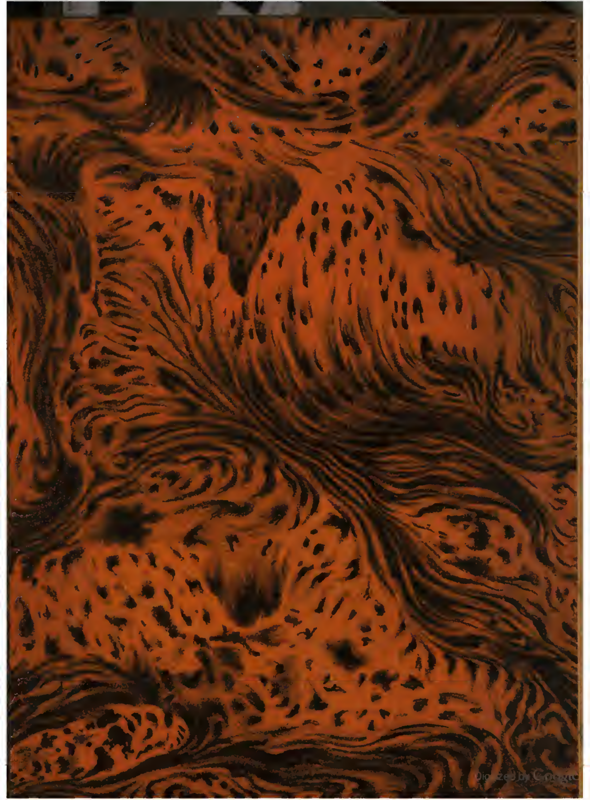
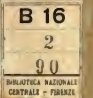




SIMPLON-St-GOTHARD-LUKMANIER

ÉTUDE COMPARATIVE

DE LA VALEUR TECHNIQUE ET COMMERCIALE

DES VOIES FERRÉES PROJETÉES PAR CES

PASSAGES ALPINS ITALO-SUISSES

SE VEND CHEZ LES PRINCIPAUX LIBRAIRES



LAUSANNE

SOCIÉTÉ VAUDOISE DE TYPOGRAPHIE, PLACE ST-LAURENT

1865

PRÉFACE

Le terrain sur lequel je placerai l'examen et la discussion du sujet que je vais traiter se trouve en grande partie préparé par un écrit antérieur, publié par moi au commencement de l'année dernière sous le titre : *Etude critique des divers* SYSTÈMES *proposés pour le passage des Alpes suisses par un chemin de fer.*

Pour une complète intelligence des pages qui vont suivre, il serait utile que le lecteur eût pu préalablement prendre connaissance du travail que je viens de citer. L'étude des *systèmes* forme en effet un préliminaire indispensable de l'examen et de la comparaison des trois directions générales mises en avant pour la traversée des Alpes suisses. Pour chacune de ces directions (Simplon, St-Gothard et Lukmanier), on a proposé plusieurs tracés, très différents par le caractère des constructions et par les modes d'exploitation qu'ils exigeraient. Or, avant d'entreprendre la comparaison des trois passages, il est indispensable que nous soyons fixés sur le tracé le plus avantageux pour chacun, sur celui qu'il convient de mettre en parallèle. *Cette nécessité nous renvoie ainsi en premier lieu à l'Etude des systèmes.*

A cet égard le lecteur trouvera dans mon premier travail quelques développements méthodiques et quelques arguments que j'ai pu effleurer à peine dans mon traité actuel.

Il semblera peut-être qu'au lieu de choisir ce dernier parti j'aurais mieux fait de ne pas revenir sur des choses établies,

d'en référer purement et simplement sous ce rapport, à la brochure citée. J'ai eu cette idée d'abord, mais, après mûre réflexion, il m'a paru préférable de donner à mon présent travail un certain caractère d'autonomie; et de rendre intelligibles quelques arguments préliminaires touchant les systèmes, même pour les personnes qui n'auraient pas lu la brochure : *Etude critique*, etc. Toutefois j'ai cru devoir mentionner cette brochure afin que ceux qui voudraient des arguments plus complets sachent où les trouver. En donnant les explications qui précèdent, mon but est de m'éviter de la part des uns le reproche d'une répétition banale, de la part des autres celui d'une argumentation superficielle.

J'ai adopté pour mon travail actuel un cadre que je voudrais voir figurer d'une manière accentuée dans tous les ouvrages de cette nature. Mon livre se compose de trois parties principales :

1° *D'une Introduction et d'un Exposé de la question;*

2° *De sa discussion:*

3° *Des Conclusions.*

Chacune de ces parties est subdivisée en plusieurs chapitres et ces derniers se décomposent en articles et paragraphes.

La table des matières rendra compte à cet égard. Au reste, afin de faciliter l'intelligence et le développement du plan de l'ouvrage et de maintenir dans l'esprit du lecteur le fil logique, j'ai donné en tête de chacune des trois parties de mon travail une indication sommaire des principaux articles dont elle se compose.

La question du passage des Alpes suisses par un chemin de fer donne lieu à nombre de controverses et soulève bien des intérêts : selon le cours ordinaire de nos tentatives humaines, les intérêts partiels et divergents dominent de fait le problème scientifique et la question est souvent interprétée selon les

besoins d'une cause et non pas en vue de l'intérêt général et de la tendance de trouver la solution la plus rationnelle.

Cette considération et la nécessité de préaviser contre certains intérêts locaux, m'auraient empêché de publier mes recherches, si elles ne se rattachaient pas à un intérêt plus grand et plus général et si je ne me savais pas doué de vues entièrement impartiales. L'accueil qui a été fait à ma brochure précédente n'est pas étranger à ma décision, et les preuves d'assentiment que m'ont données plusieurs personnes dont les noms pourraient jeter quelque éclat sur mon écrit, m'ont rassuré un peu sur le sort de ma publication présente. Sans doute je dois mettre cet accueil sur le compte d'une grande bienveillance de jugement ; je dois l'expliquer par ma tendance de trouver le vrai plutôt que par la valeur scientifique de mes travaux ; mais d'autre part, pouvant affirmer, aujourd'hui encore, le même but *d'un examen impartial*, je crois être en droit de faire appel de nouveau à ces sentiments d'indulgence.

Lausanne, 1er mars 1865.

G. LOMMEL, ingénieur.

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION ET EXPOSÉ

L'étude technique et commerciale de la *question du passage des Alpes suisses* se lie d'une manière intime à la connaissance des travaux en partie achevés en partie commencés chez nos voisins, à l'occident et à l'orient de la chaîne.

Au point de vue technique, nous pouvons tirer d'utiles leçons des expériences faites, asseoir sur elles un jugement sérieux et relativement mûri et profiter des fautes même pour trouver la bonne marche à suivre, pour nos entreprises futures. Au point de vue commercial, il importe avant tout de fixer la position dévolue aux lignes suisses par rapport aux artères voisines, car la valeur relative de chaque tracé dépend essentiellement des conditions plus ou moins favorables, qu'il présenterait, pour étendre son rayon de trafic et pour lutter avec la concurrence des lignes étrangères.

Les faits que nous venons d'établir nous engagent et nous obligent à aborder la question du passage des *Alpes Suisses* d'une manière plus générale. Nous avons divisé à cet effet la première partie de notre travail en deux chapitres. L'un deux sera consacré à l'étude chronologique et historique de la question des lignes alpines, à la description sommaire des tracés exécutés ou en exécution en dehors de la Suisse, à l'examen des diverses phases préliminaires que la grande question a traversées au nord et au midi des Alpes et des intérêts qui s'y rattachent de part et d'autre. Nous définirons ce premier

chapitre sous le titre: *Eléments historiques et considérations générales.*

Un deuxième chapitre contiendra la ***Description** détaillée des trois grandes artères italo-suisses: Simplon, St-Gothard et Lukmanier* et des principaux tracés mis en avant pour chacun de ces passages. Nous exposerons aussi dans ce chapitre les motifs qui nous conduisent à adopter pour chaque passage l'un des tracés proposés de préférence aux autres. Puis nous résumerons encore par leurs principales données les tracés qui nous paraissent être les plus rationnels, et que nous identifierons à cause de cela avec les passages auxquels ils s'appliquent, lorsque, dans la deuxième partie de notre ouvrage, nous aborderons *la comparaison de ces passages.*

La subdivision de ces deux principaux chapitres coule de source. Sans nous y arrêter, nous pouvons après les explications qui précèdent aborder la première partie de notre travail: L'EXPOSÉ DE LA QUESTION.

CHAPITRE PREMIER

Eléments historiques et considérations générales.

ARTICLE PREMIER.

PASSAGE ALPIN EXÉCUTÉ

A. — Sœmmering.

Quatorze années se sont écoulées depuis le commencement des travaux du premier chemin de fer alpin, le seul qui ait été exécuté jusqu'à ce jour.

A l'époque où pour la première fois il fut question d'une ligne ferrée reliant à la capitale de l'Autriche son port de mer naturel, *Trieste,* en traversant la grande chaîne des Alpes à son extrémité orientale, par le col du *Sœmmering,* bien des doutes s'élevèrent sur la réussite de cette entreprise.

C'est que les chemins de fer n'étaient point à cette époque ce qu'ils sont actuellement. L'état peu développé des locomotives, leur faible adhérence et leur pouvoir calorique insuffisant ne permettaient que des chargements très réduits sur les lignes de plaine, et semblaient exclure les tracés de montagne, dont les inclinaisons exceptionnelles exigent un surcroît considérable de force locomotrice.

Le projet du Sœmmering souleva donc dès l'origine de violentes critiques, et, à maintes reprises, il fut qualifié par les ingénieurs français et aussi par beaucoup de leurs collègues de la rive droite du Rhin d'œuvre absurde, d'une réalisation impossible. Les préventions contre cette entreprise ne cessèrent qu'à partir du jour où l'on put produire en sa faveur un argument irrésistible, où, après plusieurs essais infructueux faits avec des machines sortant des ateliers de Seraing, de M. Maffey et autres, la locomotive Engerth franchit avec un chargement convenable les rampes de 25 pour mille.

Dès lors le problème fut résolu et son application devint bientôt générale. On traversa successivement les montagnes de la forêt Noire et le Fichtelgebirge, les Apennins, le Jura, les Carpathes, et, en dernier lieu, les Pyrénées. La locomotive Engerth, premier type de machine forte, pouvant servir à l'exploitation des lignes de montagnes, reçut une série de perfectionnements qui en augmentèrent la puissance et l'effet utile, et son emploi devint universel, même pour le service des marchandises sur les lignes de plaine [1].

Les perfectionnements dans les moyens de locomotion sont donc à la base du problème du passage des montagnes et ont rendu *possible* sa solution, sans l'atteindre cependant d'une manière complète et définitive. Et cela pour une cause fort simple. Il est rare qu'on ne trouve pas dans les grands problémes scientifiques de notre temps plusieurs issues.

Celle qui se présente la premiére à l'esprit et qui d'abord paraît la plus simple, n'est pas toujours la plus rationnelle. Cette réflexion s'applique aussi à la question qui nous occupe.

En ayant recours à la locomotive pour vaincre les obstacles de la

[1] Il y a cependant aussi d'autres types de machines proposés ou appliqués. Nous citons parmi les derniers celui de la locomotive employée sur le plan incliné des *Giovi* (35 pour mille), entre *Turin* et *Gênes*. Parmi les machines nouvellement proposées, nous croyons devoir mentionner celles de MM. Petiet et Thouvenot, destinées à franchir des rampes de 40 à 60 pour mille et des courbes à faible rayon.

topographie on put obtenir un résultat, mais on ne parvint pas à changer les lois générales de la mécanique. En augmentant les inclinaisons d'une voie de fer, on augmente sur une vaste échelle, on décuple parfois la force à développer pour franchir une même distance sur un chemin de plaine. Or, la dépense d'argent est presque toujours en raison directe de la force absorbée. Il s'en suit que les tracés à fortes rampes, d'une exploitation très coûteuse, ont dû paraître bientôt insuffisants, et faire naître l'idée d'un autre moyen de franchir les hautes montagnes.

Le chemin de fer du Sœmmering fut livré à la circulation en juillet 1854. Il traverse le col à une altitude de 897 mètres au-dessus du niveau de la mer, à l'aide d'un tunnel de 1430 mètres. La montée commence sur le versant nord, à Vienne déjà; mais, quoique continue, elle est peu importante sur les 67 premiers kilomètres (8 °/₀₀ au maximum, 3 1/2 °/₀₀ en moyenne). Un peu plus loin que Gloggnitz, à Payerbach, commence le chemin de montagne proprement dit, sur une longueur de 42 kilomètres jusqu'à Murzzuschlag situé sur le versant sud. Le développement de la ligne a lieu par une série de lacets fort bizarres et à l'aide de nombreuses courbes descendant jusqu'à 180 mètres de rayon. La pente maximum est de 25 pour mille. La longueur totale de la ligne entre Vienne et Trieste est de 590 kilomètres. Sur le versant sud du Sœmmering, les pentes se prolongent jusqu'à Trieste, mais elles n'atteignent plus l'importance de celles du passage de la montagne proprement dite.

Art. 2.

PASSAGES ALPINS EN CONSTRUCTION

B. — Mont-Cenis.

L'entreprise du passage des Alpes par un chemin de fer, exécutée à l'extrême orient de la chaîne, sous les auspices du gouvernement autrichien, fut tentée bientôt sur un point opposé, par un Etat, petit alors par le nombre de ses habitants et ses ressources financières,

grand déjà par le génie de ses hommes d'Etat, grand par le germe fécond de l'émancipation du peuple italien, qui se trouva longtemps confiné dans la modeste sphére d'action des autorités constitutionnelles du Piémont. Il semble que le caractère nouveau et le rôle hardi de ce petit Etat aient pénétré alors jusque dans les entreprises d'un ordre plus matériel et qu'ils aient présidé à l'œuvre gigantesque du tunnel du Mont-Cenis. Quoique, à la vérité, cette tentative ne soit pas libre de toute influence politique, on doit aux ingénieurs italiens la priorité de cette hardie initiative de percer de longs souterrains sans puits et à l'aide de grandes installations mécaniques pour la perforation accélérée des rochers.

L'idée même d'une telle solution est plus ancienne que l'attaque proprement dite du Mont-Cenis. Elle remonte déjà à l'année 1852, époque où un ingénieur belge, attaché aux chemins de fer italiens, M. Mauss, proposa le premier une machine perforatrice dont l'insuccés pratique n'atténue en rien le mérite. D'autres essais furent repris quelques années plus tard, lors de l'attaque d'un souterrain suisse traversant le Jura, le Hauenstein. La même idée dut se présenter naturellement au moment où une liaison plus intime entre le Piémont et la France fit songer au chemin de fer alpin par le Cenis. Il fallait cependant de solides raisons au gouvernement piémontais et aux ingénieurs de ce pays pour qu'ils renonçassent, en face des exigences politiques, *à la plus prompte solution d'un passage par le sommet de la montagne*. Ces raisons tiennent sans doute aux espérances qu'on fonda alors sur le nouveau système de perforation, et aux plus grandes difficultés topographiques qui s'opposèrent, entre St-Michel et Suze, à l'application du système qui fonctionna au Sœmmering; mais en dehors de ces espérances et considérations nous ne croyons pas nous tromper en disant qu'une des raisons majeures qui firent préférer à un système expérimenté, une solution nouvelle se présentant avec nombre d'inconnues, se trouva dans *les inconvénients alors déjà patents du premier système*. Le tracé haut du Sœmmering avait pris rang au nombre des solutions possibles, mais le système fut loin d'être satisfaisant. Les avantages d'une construction rapide parurent achetés chèrement au prix d'une exploitation d'un coût hors ligne. L'idée d'aborder de front les obstacles topographiques au lieu de les tourner se présenta donc lorsqu'il fut question du Cenis [2].

[2] La ligne du Mont-Cenis est destinée à joindre les stations de *St-Michel* au Nord et

A partir de ce moment les deux systèmes entrèrent en lice; si le Sœmmering n'avait pas répondu en entier aux espérances qui motivèrent sa création, les installations du Mont-Cenis donnèrent lieu aussi à de grandes déceptions. L'avancement du souterrain, quoique constituant un grand et immense progrès sur ce qui s'était fait jusqu'alors, ne resta pas moins de beaucoup en dessous des prévisions. Cependant, *et c'est là un fait digne de remarque*, une expérience de quelques années fit reconnaître un *progrès continuel* dans l'accélération de la perforation mécanique. Cette circonstance, jointe aux grands perfectionnements et aux modifications favorables dont les appareils perforateurs sont encore susceptibles, au dire des gens les plus compétents, doit maintenir les espérances de ce côté. La situation actuelle se résume en cette thèse, déjà citée : *Les systèmes de tracés hauts sont d'une exécution accélérée, mais ils donnent lieu à une exploitation très coûteuse, et, sous ce rapport, il y a peu ou point de progrès à attendre, car on ne change pas les lois fondamentales de la mécanique. Plus un chemin de fer monte, plus il y a de travail mécanique à effectuer, et, plus il y a de travail, plus le coût augmente. Quant aux tracés bas, les progrès dans la perforation mécanique sont presque illimités. Il ne s'agit que de découvrir un moyen pratique qui ne se trouve en contradiction avec aucune loi fondamentale. Ce progrès est déjà manifeste et continu sur une modeste échelle. Il peut du jour au lendemain se traduire par un résultat important* [2 bis].

Si nous insistons sur ces considérations et si nous introduisons dans cette partie de notre travail, essentiellement descriptive, des arguments, c'est surtout en vue de l'importance que l'on doit attribuer dans la discussion d'une ligne alpine, aux *systèmes* et aux conditions d'exploitation qui en découlent. Cette importance est, à notre avis, trop peu comprise, et la manière en laquelle plusieurs auteurs ont passé sur ce chapitre comme chat sur braise, entache quelques écrits récents

de *Suze* au midi des Alpes. La jonction s'opère dans la partie centrale à l'aide d'un souterrain de 12,200 mètres de longueur percé à l'altitude maximum de 1,338 m 45 c (partie centrale du tunnel) et ayant une pente vers les extrémités de 22 à 23 pour mille vers la tête nord *(Modane)* et de $^1/_2$ pour mille vers la tête méridionale *(Bardonnèche)*. Le souterrain est établi suivant une ligne droite. Les abords du tunnel, depuis Suze à Bardonnèche et depuis St-Michel ou même Culoz à Modane, sont très difficiles et présentent sur de grandes longueurs des rampes de 25 à 35 pour mille et de fréquentes courbes à faible rayon. La distance entre St-Michel et Suze est de 77 kilomètres.

[2] *bis*. Voir le tableau annexé à la fin de l'ouvrage.

d'un caractère fort partial ou fort peu sérieux. Nous aurons occasion de revenir sur cette assertion lorsque, plus loin, nous passerons en revue les diverses lignes projetées entre l'Italie et la Suisse et leurs avantages et inconvénients respectifs. Pour le moment, nous poursuivrons notre description.

C. — Brenner.

Une troisième ligne alpine est en construction depuis une année. C'est *une ligne haute* comme le Sœmmering. Entre Botzen, aboutissant à Vérone, au pied du versant méridional, et Innspruck au nord des Alpes, est situé le col du Brenner, sans contredit le plus favorable pour tenter un passage à ciel ouvert. Une altitude du sommet de 1,340 mètres seulement par rapport au niveau de la mer; les directions presque rectilignes et peu convergentes des deux vallées de la Silt et de l'Eisach, qui forment les abords naturels du col sur les deux versants, et la topographie générale de ces deux vallées; ces divers avantages donnent au chemin de fer alpin du Brenner une facilité relative, que nous définirons d'une manière sommaire par les quelques données qui vont suivre: *La distance à vol d'oiseau qui sépare Innspruck et Botzen* est de 92 kilomètres; la longueur de la voie ferrée sera de 125 kilomètres. La pente maximum est de 25 pour mille sur le versant nord, plus abrupte et plus tourmenté; de 22 1/2 pour mille sur le versant sud; la déclivité moyenne sur les deux versants est de 15 pour mille seulement; le rayon minimum des courbes de 900 pieds autrichiens, soit de près de 300 mètres. Ce rayon se présente sur une longueur totale de 12 kilomètres seulement; la plupart des courbes sont à grand rayon, compris entre 500 et 1,200 mètres. La longueur totale de 125 kilomètres se décompose en 75 kilomètres alignements et 50 kilomètres en courbes. Les travaux d'art sont nombreux et grandioses; cependant ils ne deviennent pas plus importants que ceux du Sœmmering et se répartissent uniformément sur toute la ligne. Les souterrains, au nombre de 29, occupent une longueur de 6000 mètres, et la longueur du plus important ne dépasse pas 700 mètres. La ligne du Brenner fait partie du réseau de la compagnie du Sud de l'Autriche; elle doit être achevée vers la fin de l'année 1867.

Il est incontestable que le Brenner se présente sous des auspices plus favorables que le Sœmmering. Cependant, c'est une ligne haute, et ici se pose cette question de savoir pourquoi la compagnie du Sud d'Autriche, propriétaire du chemin du Sœmmering et meilleur juge des inconvénients dans l'exploitation de cette dernière ligne [3], a pu recourir de nouveau à cette issue d'un tracé traversant le col par le sommet. L'explication à ce sujet est fort simple. A la facilité relative du col de Brenner pour un tracé à ciel ouvert se joint la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, d'une ligne basse. Cette difficulté est précisément la conséquence naturelle de l'aplatissement du col et de la pente douce de ses versants, conditions qui rendent si facile l'application d'un tracé supérieur. A côté de ce dernier tracé, il n'y aurait eu que le choix d'un souterrain, dont la longueur doit paraitre une utopie même aux esprits les plus hardis, ou d'une ligne mixte, réunissant tous les inconvénients d'un tracé haut aux difficultés d'un souterrain d'une longueur encore excessive. Le passage du Brenner une fois résolu en principe, on doit comprendre le choix du systéme y appliqué. Quant à la tendance générale de ce passage, elle se trouve tout autant dans les considérations de l'ordre politique et stratégique que dans les intérêts du commerce. Le Brenner est pour l'Autriche une artère offensive par rapport à l'Italie. Ligne d'opération et d'approvisionnement pour les forteresses de Vérone, Peschiera et Mantoue, ce passage alpin traversé par rails a pour but évident la conservation de la Vénétie. Cette tendance, impliquant une solution rapide, et le désir d'ouvrir un débouché commercial aux vallées supérieures du Tyrol, ont pu engager le gouvernement autrichien à choisir une ligne haute par le Brenner, et à agir dans ce sens par son ascendant et son appui financier sur la compagnie concessionnaire.

Ceci nous conduit à une autre réflexion. Si l'Italie ne veut pas négliger ses intérêts politiques dans le choix des tracés alpins, elle ne se prêtera pas bénévolement aux projets de son puissant adversaire. Elle ne lui fournira pas, en aboutissant ailleurs encore vers les monts du

[3] La Compagnie du Sud d'Autriche fait passer une grande partie de son trafic entre Vienne et Trieste par ses lignes hongroises (Trieste, Pragerhof, Plattensee, Stuhlweissenburg, Komorn, Vienne) dans le but d'éviter la montée et la traction onéreuse du Sœmmering ; le détour est de 196 kilomètres, — le trajet par les lignes hongroises étant de 103 milles géographiques ou 786 kilomètres, tandis que le trajet Vienne-Trieste par le Sœmmering est de 590 kil. seulement. On construit actuellement la ligne Vienne-Neustadt, Kanitza-Pragerhof, qui éviterait le Sœmmering sans obliger un allongement aussi considérable que celui que nous venons de citer.

Tyrol, des lignes offensives qui seraient pour elle un danger permanent et d'autant plus grand qu'elles s'appuieraient sur la plus solide base d'opérations, le massif des Alpes. L'état de servitude dans lequel gémit longtemps la péninsule a sa cause première moins encore dans les divisions intestines que dans la position stratégique qui est dévolue aux peuples du Nord, à la Germanie, par la possession du massif oriental des Alpes. Souvent rejetée au-delà des montagnes, l'Allemagne a repris, le lendemain d'un échec, le rôle agressif, que suggère l'appui d'une position toujours menaçante. La neutralisation du Tyrol serait le moyen le plus sûr de mettre fin à ces luttes incessantes. Mais en attendant ce résultat peu probable, l'intérêt politique de l'Italie exige qu'elle cherche ses aboutissants du côté de la Suisse neutre et amie plutôt que vers le territoire de son ennemie naturelle. Nous reviendrons sur ce sujet.

Art. 3.

LIGNES PROJETÉES ITALO-SUISSES

§ 1. — Données générales.

La ligne *exécutée* du *Sœmmering*, les lignes *commencées* du *Mont-Cenis* et du *Brenner* peuvent être considérées comme appartenant au domaine des faits; leur discussion ne présente donc plus que cet intérêt scientifique général qui se rattache à tout problème important et qui devient nécessaire ici plus qu'ailleurs en vue de l'enseignement qui en découle et des conséquences que les expériences du passé doivent avoir sur le choix des moyens dans l'avenir. Nous abordons maintenant la question que nous nous sommes posée d'une manière plus particulière, qui est encore à l'état de problème et qui depuis peu de temps seulement est entrée dans le domaine de la discussion officielle. Nous voulons parler des passages alpins projetés entre le Mont-Cenis et le Brenner, que nous définirons sous le nom de *passages italo-suisses*.

Entre les versants méridionaux du Brenner et du Mont-Cenis, il existe un intervalle de 420 kilomètres en ligne droite et de près de 500 kilomètres, si l'on suit les diverses ondulations de la chaîne des

Alpes. Cette partie centrale du massif se trouve limitée au midi par la plaine lombarde, parsemée de villes importantes et populeuses [1] ayant *Milan* pour centre et *Gênes* ponr aboutissant direct. Au nord des Alpes est située cette Suisse industrielle avec son réseau de villes prospéres, telles que, *Genève, Lausanne, la Chaux-de-Fonds, Berne, Bâle, Zurich et St-Gall*. Ce pays servirait, en outre, de passage pour les produits des riches contrées qui forment le *Sud-Ouest de l'Allemagne* et *l'Est de la France*. Une ligne traversant les Alpes suisses pourrait compter non-seulement sur un transit important entre l'Italie et le centre de l'Enrope, mais encore en grande partie sur l'alimentation agricole et coloniale de la Suisse.

§ 2. — **État de la question en Suisse.**

De tout temps ces avantages ont dû se manifester; l'idée de passer les Alpes suisses dut naître en même temps que le passage des hautes montagnes prit rang, d'une manière générale, parmi les choses exécutables. D'accord avec d'autres auteurs, nous dirons aussi que **l'intention de franchir les Alpes est venue** du côté nord de la montagne en même temps que l'initiative pour l'exécution du réseau suisse. Comment supposer en effet, des Compagnies, construisant les lignes qui aboutissent à Coire et à Sion, sans la perspective d'être reliées un jour avec le pays situé au midi de la chaîne.

Mais si l'idée de lancer des rails à travers ce grand massif central, si tourmenté et si élevé, si cette idée a pu naître depuis longtemps, l'on ne s'accorda pas si bien, au nord des Alpes, sur les systémes et moyens d'exécution et encore moins sur les directions et tracés de ces railways, destinés à franchir la plus haute chaîne de l'Europe. D'abord vaguement défini, ce problème donna lieu à des propositions plus accentuées, cela peu à peu et au fur et à mesure que la création des premiers chemins suisses mit en jeu les intérêts directement engagés dans ces entreprises ou ceux des contrées traversées, qui se rattachent aux premiers.

Tel est depuis 1855-1856 l'état de la question en Suisse. Plusieurs tracés ont été proposés et étudiés. Nous mentionnons parmi ceux-ci le

[1] Pavia, Monza, Cremona, Parma, Piacenza, Bergamo, Brescia.

Splugen, le Lukmanier (Greina), le Bernhardin, le Septimer, le St-Gothard, le Simplon et le St-Bernard. Peu à peu quelques-uns de ces tracés ont été éliminés, soit que l'étude sur le terrain ait prouvé leur infériorité technique, soit que les partisans de certaines lignes aient jugé convenable de se rallier à un seul programme; aujourd'hui, on est généralement fixé chez nous sur l'une des trois lignes : *Simplon, St-Gothard et Lukmanier* (Greina).

§ 3. — État de la question en Italie.

Examinons maintenant la question et ses diverses phases de l'autre côté des Alpes. Aprés avoir conquis son indépendance, au moins partielle, sur les champs de bataille, le premier soin de l'Italie renaissante a dû être de consolider son unité, de cimenter les nouveaux liens entre les diverses provinces appartenant à une même nation. A cet effet, la création d'un vaste réseau intérieur de railways était un moyen de premier ordre. Le gouvernement italien n'a pas failli à sa tâche. Au milieu des préoccupations politiques qui résultaient pour lui d'une situation trés difficile, vis à vis de ses partisans, de ses alliés et de ses ennemis, il a su doter le pays d'un réseau intérieur de près de 7000 kilométres, dont 4000 kilométres sont actuellement en exploitation. Cette activité a et aura pour conséquence un grand développement des ressources de la Péninsule, négligées longtemps par l'incurie des gouvernements déchus. La tâche déjà accomplie est grande; plus grande encore est celle qui reste à accomplir.

Si l'Italie veut recueillir les fruits de son initiative passée, ouvrir à son commerce un débouché proportionné à l'accroissement de sa prospérité, par les communications intérieures; si elle veut se procurer à bon marché les produits qui alimenteront ses industries futures, il faut qu'elle songe à se relier avec les pays au nord des Alpes dont elle se trouve séparée actuellement par la grande chaîne. Des lignes internationales de ce côté sont, au point de vue commercial, pour l'Italie, *non-seulement une condition de développement, mais encore une nécessité pour sa conservation.* Il suffit, à ce dernier point de vue, de consulter le relevé des chiffres officiels du transit

entre la Péninsule et la Suisse[5], pour se persuader de l'influence fâcheuse exercée sur le commerce des deux pays par la création de la ligne alpine à l'Est (Sœmmering) et par l'achèvement du réseau français mis en communication directe avec Marseille. Ce dernier point nous oblige à quelques considérations auxiliaires.

Contrairement à l'avis exprimé par quelques auteurs, nous avons toujours soutenu la thèse que les passages alpins ne créeraient point d'artères continentales traversant l'Italie dans sa plus grande longueur et faisant concurrence au trafic maritime avec l'Orient. Notre opinion en cela se base essentiellement sur l'infériorité relative des tarifs maritimes, qui sont aux tarifs les plus réduits sur voie ferrée comme un est à dix environ. La marchandise qui payerait un surplus de 50 à 60 fr. par tonne, au moins, pour être transportée sur rails d'Otrante à Milan, arriverait à la même destination, par Gênes, moyennant une dépense[6] de 10 à 15 fr. On peut donc admettre que la marchandise venant de l'Orient fera toujours le plus grand parcours possible sur mer, et, inversement, que les transports des produits en destination pour le Levant ou les Indes, rejoindront toujours le port de mer le plus voisin.

[5] A. — COMMERCE GÉNÉRAL SUISSE.

		IMPORTATION	EXPORTATION	TOTAL	
Année	1855	10,428,894	1,189,514	11,618,408	quintaux métriques.
»	1856	10,507,946	1,588,258	12,096,204	»
»	1857	11,192,350	1,617,864	12,810,214	»
»	1858	11,549,157	1,476,115	13,025,272	»
»	1859	12,812,989	1,435,351	14,248,340	»
»	1860	14,571,703	1,451,504	16,023,207	»
»	1861	15,697,932	1,721,237	17,419,169	»
»	1862	14,848,513	2,054,186	16,902,699	»

B. — COMMERCE SUISSE AVEC L'ITALIE.

		IMPORTATION	EXPORTATION	TOTAL	
Année	1855	665,791	326,717	992,508	quintaux métriques.
»	1856	672,775	322,547	995,322	»
»	1857	817,973	289,985	1,107,958	»
»	1858	705,643	274,890	980,533	»
»	1859	689,442	248,741	938,183	»
»	1860	792,511	257,902	1,050,413	»
»	1861	734,934	267,746	1,002,680	»
»	1862	689,365	239,625	928,990	»

[6] Voir l'ouvrage : *Etude critique des divers systèmes proposés pour le passage des Alpes suisses*, pages 34 à 37.

Les chemins de fer prennent vis-à-vis des routes ordinaires un rôle analogue à celui que joue à leur égard le trafic maritime. Dans cette autre hypothèse aussi, les tarifs sont très différents, si bien que l'on pourrait tripler et quadrupler le parcours sur rails avant d'atteindre le coût du parcours sur une route macadamisée; cela surtout lorsque ces dernières routes seraient à fortes pentes, comme celles qui traversent les cols alpins.

C'est dans cette loi naturelle qu'il faut chercher la cause première et unique de la décroissance que subit depuis quelques années le trafic commercial entre l'Italie et la Suisse. Tandis que le trafic général de notre pays a augmenté de près de 5 1/2 millions de quintaux depuis 1855, notre trafic avec l'Italie est resté stationnaire et a même subi une diminution de 65,000 quintaux sur un million environ d'intensité totale. C'est que Marseille a gagné ce que Gênes a perdu. Sur mer, la marchandise arrive aussi facilement et aussi bon marché à Gênes qu'à Marseille; mais à partir du port, les conditions changent. De Marseille à Lausanne (point central des chemins de fer suisses de l'Occident), la distance est de 570 kilomètres, tandis que cette dernière ville est distante du port de Gènes de 440 kilomètres seulement, en passant par la route actuelle du Simplon. Par contre, Marseille se trouve reliée à la Suisse par une artère continue sur rails, tandis que la voie de Gènes présente, entre *Arona* et *Sion*, une lacune de 175 kilomètres et toutes les conditions défavorables d'une traversée de montagnes. Il n'est pas besoin d'insister sur la position infiniment plus favorable dévolue à Marseille, et cela malgré le surplus de parcours de près de 130 kilomètres qui se présente de ce côté.

La conséquence de cet état de choses se traduit par un double inconvénient pour la Suisse et pour l'Italie. Au nord des Alpes, les chemins de fer sont réduits à l'état de lignes locales, embranchements du chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée, cette dernière compagnie faisant toujours passer le grand trafic international pour le sud-ouest de l'Allemagne et l'est de la France par sa ligne *Marseille-Lyon-Bourg-Mouchard-Besançon-Mulhouse*[7], et agissant au besoin par des tarifs différentiels. Quant à la Suisse, elle reçoit aussi ses produits

[7] Bien qu'une faible partie de ce trajet (Mulhouse-Belfort = 48 kilomètres) appartienne à la Compagnie de l'Est Français, la concurrence n'est pas moins réelle, cela malgré la rivalité des deux grandes compagnies de l'Est et de la Méditerranée. L'Est français, se

coloniaux de ce côté, sans faveur de tarif toutefois, n'étant au bénéfice d'aucune concurrence sérieuse avec le chemin de fer Paris-Marseille.

Au midi, Gênes se trouve déshéritée en faveur de Marseille et perd annuellement les bénéfices d'un trafic de plusieurs millions de quintaux. Nous avons vu que la Suisse seule avait augmenté de 4,720,000 quintaux son importation, de 565,000 quintaux son exportation, durant les derniers sept ans. Sans doute, ce chiffre ne s'applique pas en entier aux échanges qui nous pourraient arriver plus tard du côté de l'Italie; mais, d'autre part aussi, il ne comprend pas non plus le transit actuel par la Suisse, ni celui qu'on serait en droit d'attendre pour plus tard, en destination pour le midi de l'Allemagne. En pareilles conditions, on ne nous taxera pas d'exagération si nous estimons que Gênes pourrait augmenter ses transactions commerciales de plusieurs millions de quintaux par an. Si l'on admet, d'autre part, que chaque quintal laissera à l'armateur un bénéfice de 2 à 3 fr., chose très admissible pour des produits coloniaux se vendant en détail de 40 à 60 fr. le quintal, on arrive à un chiffre de 10 à 15 millions de francs qui serait dévolu annuellement à la ville de Gênes après la création des passages alpins suisses.

Cette situation est éloquente comme les chiffres qui l'accompagnent; elle explique suffisamment l'intérêt que soulève la question des chemins de fer alpins en Suisse; elle intéresse à un plus haut degré encore l'Italie, son gouvernement et *notamment la ville de Gênes.* Si l'antique cité des Dorias veut conserver son rang de ville commerciale et maritime de premier ordre; si elle tient à se prémunir contre

trouve en général mal placé pour lutter avec les approvisionnements de produits maritimes venant de Marseille, n'aboutissant lui-même à aucun port de mer et devant passer par les Compagnies de l'Ouest français ou d'Orléans pour arriver aux ports de la Manche ou de l'Atlantique. En pareilles conditions, la ligne Paris-Lyon-Méditerranée a d'autant moins à craindre la rivalité de l'Est français et les tarifs différentiels que cette dernière compagnie pourrait établir sur le tronçon Belfort-Mulhouse, que le trajet serait sensiblement égal entre Mulhouse-Havre et Mulhouse-Marseille, et que les ports de l'Atlantique sont actuellement moins bien placés que ceux de la Méditerranée, et le seront encore moins, une fois l'isthme de Suez percé. Ces considérations réduisent à peu de valeur l'influence que semble assigner d'abord à la Compagnie de l'Est la possession du tronçon Mulhouse-Belfort. Il est plus certain que cette compagnie est intéressée au percement des Alpes Suisses, pouvant lutter alors avec sa rivale, en débouchant, non pas sur les ports de l'Atlantique, mais sur la Méditerranée à Gênes, par les chemins de fer de la Suisse. Alors les tarifs différentiels appliqués au tronçon Mulhouse-Belfort seraient d'une certaine valeur pour faire la concurrence au Paris-Lyon-Méditerranée en favorisant Gênes vis-à-vis de Marseille.

le danger de rester un jour *entre deux chaises* vis-à-vis de ses puissantes sœurs *Marseille* et *Trieste*, elle doit chercher à sortir de l'impasse où elle se trouve actuellement, et cela même à l'aide de sacrifices proportionnés à l'importance du but. La création d'une ou de plusieurs lignes traversant les Alpes suisses se présente comme seul moyen. C'est là donc un grand but vers lequel doivent tendre maintenant les efforts combinés du royaume d'Italie et de sa plus grande cité commerciale.

§ 4. Résumé.

Si, d'une manière générale, le passage des Alpes suisses se présente comme une œuvre de civilisation digne de la sollicitude du peuple libre et éclairé de la Suisse et de cette grande nation régénérée qui habite au delà des Alpes; si des intérêts matériels majeurs, ceux du commerce de notre pays et plus encore du commerce italien, exigent une prompte solution de ce grand problème: ce dernier n'est pas encore arrivé à une maturité suffisante pour qu'il soit possible de trancher la question sur les données actuelles avec entière connaissance de cause. On a beaucoup écrit sur ce sujet durant les derniers mois. L'intérêt local a percé un peu partout. Peu d'auteurs ont su traiter la question dans sa généralité, tout en appuyant leurs opinions sur des documents sérieux, tout en conservant, sinon une neutralité absolue, au moins cette équité relative qui n'admet pas des faits dénaturés.

Nous nous étions posé cette tâche d'un examen impartial, lorsque, il y a peu de mois, nous cherchions à résoudre la question des *systèmes* à appliquer pour la traversée des Alpes; nous sommes mus par le même esprit aujourd'hui encore, en nous livrant à la comparaison des trois passages suisses: *Simplon, St-Gotthard et Lukmanier*. Avant que nous puissions entreprendre cette comparaison proprement dite, nous devons donner la description des tracés présentés pour chaque passage, particulièrement de ceux qui, selon nous, réunissent les plus grandes chances, et seraient les mieux appropriés aux exigences de la situation, cela en supposant un instant que l'on admette d'une manière générale l'utilité du passage qu'ils concernent.

CHAPITRE II.

Description des divers tracés proposés pour franchir les cols du Simplon, St-Gothard et Lukmanier. *(Greina.)*

D. — Simplon.

Données générales.

Trois principaux tracés ont été présentés jusqu'à ce jour pour le passage du col du *Simplon* par une voie de fer. Ces tracés, essentiellement distincts, par les conditions d'établissement et les modes d'exploitation qu'ils obligeraient d'adopter, peuvent être considérés comme répondant à trois *systèmes*. Nous avions déjà choisi ces tracés du Simplon comme base de la *comparaison entre les systèmes* que nous publions, dans la brochure déjà mentionnée « Etude critique, etc. » Nous nous bornons pour le moment à reproduire cette description sommaire des tracés, contenue dans la brochure précitée, en faisant abstraction toutefois des modes d'exploitation.

La première idée de franchir le col du Simplon par un chemin de fer remonte à l'époque où il fut question de percer le Mont-Cenis. Le système d'un long tunnel de base dût se présenter alors, en conséquence des essais faits pour la perforation mécanique des rochers, essais qui précédèrent et décidèrent l'attaque du souterrain entre Bardonnèche et Modane. Nous croyons aussi que c'est dans ce système et dans les résultats qu'alors on en entrevit, qu'il faut chercher la cause de la création de la compagnie d'Italie, propriétaire du chemin de fer qui aboutit à Sion, au Nord des Alpes, et concessionnaire de la traversée du Simplon et d'un chemin de fer entre la frontière italienne, à Gondo, et Arona.

A. *Tracé par le sommet du col avec rampes de 5 à 6 pour cent* (Flachat-Thouvenot).

Nous ne connaissons point de tracé à long souterrain, étudié sous

les auspices de la compagnie concessionnaire citée. Soit que celle-ci ait été préoccupée d'abord exclusivement à construire sur territoire valaisan son chemin d'approche de la montagne ; soit que peu de temps après, en vertu des premiers résultats, relativement défavorables, obtenus au Mont-Cenis, un autre mode de franchir la montagne lui ait déjà paru préférable ; nous nous trouvons nanti en 1858 d'une proposition de M. l'ingénieur Flachat, tendant à gravir le sommet du col à l'aide du système de locomotion connu de cet ingénieur. Quant au tracé proprement dit, M. Flachat donne peu de détails et encore moins une étude sur le terrain. Les seules données à cet égard consistent dans l'adoption d'une rampe à peu près uniforme de cinq pour cent et de courbes de 150 à 200 mètres de rayon. La longueur du tracé entre Brigue et Iselle-Gondo (Italie) s'obtient à l'aide des altitudes à franchir et du coëfficient de déclivité = 52 kilomètres. Les altitudes principales seraient les suivantes :

Tracé Flachat-Thouvenot avec rampes de 50 à 60 pour mille et courbes de 30 à 100 mètres de rayon.

1° Point de départ sur territoire suisse, station Glyss-Brigue 750m 00
2° Sommet du col 2020m 00
3° Débouché entre Gondo et Isella, frontière italienne . . 705m 00

Bien que l'idée fondamentale de M. Flachat ait été reprise et développée peu de temps après, par un autre ingénieur, M. Thouvenot, nous ne trouvons encore ici qu'un avant-projet et non pas un tracé étudié. Nous mentionnons que M. Thouvenot admet dans son système des courbes de 30 à 100 mètres de rayon.

B. — Tracé intermédiaire. — *Rampes de 35 à 40 pour mille* (Mondésir-Lehaitre).

En 1861 la compagnie *du chemin de fer d'Italie* par la vallée du Rhône et du Simplon, fit procéder par ses ingénieurs MM. Mondésir et Lehaitre à l'étude d'un autre tracé. L'idée de franchir le sommet du col par un chemin de fer à ciel ouvert et à l'aide de rampes de cinq pour cent avait soulevé bien des objections, basées plutôt sur les obstacles climatériques que sur le problème de la locomotion sur ces déclivités exceptionnelles. Sous l'empire de grandes difficultés entrevues quant aux tracés hauts ; en face des résultats alors obtenus au tunnel bas du Mont-Cenis, les ingénieurs cités ont eu recours à l'étude d'un tracé mixte. On arriverait, à l'aide de ce tracé et des rampes de 40 pour mille qu'il comporte, à l'altitude de 1732 mètres

Tracé Mondésir-Lehaitre avec rampes de 40 pour mille et courbes de 200 à 300 m de rayon.

par rapport au niveau de la mer. La longueur du souterrain culminant serait réduite à 4653 mètres et le souterrain courbe pourrait être attaqué par plusieurs puits. Les abords de ce souterrain ne laissent pas que de paraître bizarres. Le tracé se développe sur les deux versants par douze rebroussements, et suit sur de grandes longueurs les flancs des rochers. Pour franchir les escarpements des contreforts ou pour garantir la voie, dans la partie supérieure et exposée de la montagne, des amoncellements de neige, on a dû adopter le moyen trés onéreux de couvrir la voie. Les parties percées en souterrain ou couvertes de galeries maçonnées, occupent une longueur de 45 kilométres sur 81 kilométres de longueur totale entre Brigue et Domo d'Ossola. Le coût du tracé est estimé par les auteurs du projet à 66 millions sans intérêts des capitaux pendant la construction et pour une simple voie. Comme il est cependant indispensable de tenir compte du premier élément cité, et comme on peut prouver d'autre part presque mathématiquement qu'une simple voie ne pourrait répondre dans les conditions difficiles où se trouve placé le tracé Mondésir-Lehaître, aux exigences du trafic d'une ligne internationale, on arrive par comparaison statistique entre le coût de lignes à simple et à double voie, au chiffre d'une dépense de 127 millions environ[8].

Le tracé Mondésir-Lehaître a soulevé aussi dés son apparition des critiques vives et *justifiées*. On a été d'accord en général, pour considérer cette proposition comme un parti malheureux, renfermant les inconvénients des tracés hauts et des lignes basses, les difficultés, le coût hors ligne de l'exploitation et l'excés de longueur des premiers, le coût d'établissement des seconds et 45 kilométres en galeries pour éviter un grand souterrain. Ce n'est pas ici la place de développer ces objections, traitées en détail dans notre ouvrage « Etude critique, etc. »

Nous nous bornons à dire que le bizarre tracé de la Compagnie d'Italie est devenu une arme entre les mains des adversaires d'une ligne ferrée traversant le Simplon. Ceci à tort, bien entendu, dans notre opinion, car les égarements d'une fantaisie ne peuvent porter aucun préjudice sérieux aux avantages réels de ce col alpin, avantages qui le distinguent entre tous et se traduisent par la facilité relative d'établir, avec le moins de frais, *une grande ligne commerciale d'une exploitation relativement économique.*

[8] Voir l'ouvrage *Etude critique*, etc., pages 39 à 42.

Des propositions extrêmes comme celles de MM. Mondésir-Lehaître durent bientôt ramener les esprits vers la seule solution acceptable, celle d'un souterrain de base et d'une ligne placée en bonnes conditions quant aux déclivités. Les progrès lents mais constants obtenus au Mont-Cenis, grâce à la persévérance des ingénieurs préposés à cette entreprise étaient de nature à agir dans le même sens. A la vérité, l'idée d'un tunnel inférieur n'avait jamais été entièrement abandonnée. Un ingénieur vaudois, M. Ch. Jacquemin, s'était occupé à maintenir cette idée, et il fut appuyé plus tard dans cette tentative par l'opinion si compétente de M. Toni Fontenay.

C. — Tracé inférieur Jaquemin.

D'après les propositions de M. Jaquemin, le tracé s'élèverait sur le versant septentrional du col, à partir de la station du village de *Gamsen*, situé à 4 kilomètres à l'ouest de *Glyss-Brigue* (altitude 720m-725m). A l'aide d'une déclivité uniforme de 25 pour mille, on gravirait le versant dans la direction Est, en passant au-dessus des villages de Glyss et de Brigue et traversant le torrent de la *Saltine* au midi du pont Napoléon, à la cote d'altitude 825m environ; depuis là, la ligne conserverait encore sa direction générale Ouest-Est, en cotoyant et contournant les divers mamelons de la montagne, jusque dans la proximité du torrent de *Mattgraben*, situé à 5 kilomètres environ à l'Orient de Brigue. Tracé inférieur Jaquemin.

Ainsi arrivé à la station de *Thermen*, à 9 kilomètres du point de départ, Gamsen, la ligne rebrousserait chemin vers l'Occident. Après avoir effectué dans cette direction un parcours de 5 1/2 kilomètres (depuis Thermen), on se trouverait de nouveau près du torrent de la Saltine, au midi de Brigue et à 2 1/2 kilomètres seulement de distance horizontale de ce village.

Au moyen d'un souterrain de 900 mètres on franchirait le contrefort de la rive orientale de la Saltine; immédiatement après on traverserait le torrent de la *Ganther* par un pont peu important et à l'aide d'un palier de 200 mètres, puis on se trouverait en face de la tête septentrionale du grand souterrain, projetée dans la vallée de la Saltine à la cote d'altitude 1070m.

Entre le point de départ Gamsen et la tête du souterrain, le tracé aurait donc parcouru une distance de près de 16 kilomètres, dont 2000 mètres affectés aux paliers des stations de Gamsen, Brigue,

Thermen et du viaduc du Ganther, et 14 kilomètres en rampe uniforme de 25 pour mille. La hauteur franchie entre les mêmes points serait de (1070m—720m)=350 mètres.

Le grand souterrain aurait une longueur de 12 kilomètres. Il serait percé en ligne courbe et déboucherait au midi du col, près de l'embouchure des torrents de *la Laquina* et du *Krummbach* à la cote d'altitude 1076,50m *(Algaby)*. En profil le tunnel présenterait une pente vers chaque extrémité : de 16 pour mille vers le nord et de 10 pour mille vers le sud. Le point culminant (1150m), est projeté à 5 kilomètres environ de la tête nord et par conséquent à 7 kilomètres de l'embouchure opposée du souterrain.

Depuis la sortie méridionale du souterrain, le tracé de M. Jaquemin suit le versant Est de la vallée du *Krummbach*, (au midi de Gondo *vallée de la Diveria)*, par *Gondo, Iselle,* se développe plus loin en contournant la vallée latérale du confluent *la Cherasca*, puis, revenu dans la vallée de la *Diveria*, passe par les stations de *Varzo, Trasquera, Campelia.* Depuis là et après avoir gagné la rive droite de la Diveria, la ligne serait reportée sur le pied du versant Sud des Alpes, resterait sur une faible longueur, sensiblement parallèle au cours du *Toce*, puis descendrait à l'altitude de la gare de *Domo-d'Ossola* (275m à 290m), en empruntant une vallée laterale au nord du torrent, afin de gagner le développement nécessaire pour l'application de la pente de 25 pour mille.

Entre la tête Sud du grand souterrain culminant et la gare de Domo-d'Ossola on aurait à parcourir une longueur totale de 33 kilomètres, dont 1500 mètres environ affectés aux paliers des stations et 31 1/2 kilomètres en rampe uniforme de 25 pour mille. La hauteur rachetée serait de près de 800 mètres.

M. Jaquemin pense pouvoir se tenir à la courbure limite de 300 mètres de rayon. Il conseille pour l'attaque du grand souterrain, l'adoption du système des galeries inclinées, imaginé par M. l'ingénieur Tony Fontenay.

En résumé on peut définir le tracé Jaquemin comme suit :

1° Longueur entre Gamsen (Brigue), et Domo-d'Ossola :

a) de Gamsen à la tête nord du tunnel.	16 kil.
b) Grand tunnel culminant	12 kil.
c) De la tête méridionale du tunnel à Domo-d'Ossola	33 kil.
Total	61 kilomètres.

2° Déclivités :

a) Rampe de 25 pour mille, versant nord . . . . 14 kil. } 45 k. 5

b) Pente de 25 pour mille, versant sud . . . . 31 k. 5 }

c) Rampes et pentes de 10 et 16 pour mille (grand tunnel) . . . . 12 »

d) Paliers des stations . . . . . 3 » 5

Total 61 kilomètres.

3° Rayon limite des courbes = 300 mètres.

4° Travaux d'art exceptionnels : le grand souterrain culminant et celui de 900 mètres aux bords du Ganther, quelques souterrains secondaires et quelques viaducs peu importants.

5° Culmination = 1150 mètres.

Réflexions générales sur le tracé inférieur Jaquemin.

Le tracé de M. Jaquemin renferme, selon nous, une idée juste. Si nous avons émis et si nous émettons, à cet égard, une autre proposition, celle d'un souterrain percé plus bas encore, ayant sa tête nord immédiatement au-dessus de Glyss-Brigue, ne s'élevant pas au-dessus de la cote de 700ᵐ à 750ᵐ, débouchant dans le fond de la vallée de la Diveria, entre Gondo et Isella, après avoir franchi une longueur de 17 kilomètres, nous devons, à ce sujet, de sérieuses explications.

Dans notre pensée, le percement accéléré des longs souterrains à l'aide d'installations ou de machines spéciales, est un problème susceptible de résultats très grands et bien au-delà de ceux, encore modestes mais toujours importants, obtenus dans l'attaque du Mont-Cenis. Nous avons la conviction qu'avant peu et partant des données acquises et livrées à la discussion on atteindra des perfectionnements qui doubleront ou tripleront l'avancement journalier actuel du Mont-Cenis et réduiront en conséquence la durée des travaux, et le service des intérêts des capitaux engagés dans de pareilles entreprises.

Cette espérance une fois reconnue légitime, on ne doit se lancer dans les systèmes de tracés à rampes fortes et assez continues qu'avec la plus grande hésitation.

L'expérience de tous les jours prouve l'inconvénient bien senti des lignes grevées par une traction difficile. Ce n'est pas au moment où l'on regrette presque en Suisse d'avoir opéré la traversée du Jura par le Hauenstein, ce n'est pas au moment où l'on évite le Sœmmering et où on le corrige par une ligne de circuit [9], ce n'est pas dans ce moment qu'on doit appliquer de nouveau des tracés autrement onéreux sans mûr examen, sans avoir épuisé au préalable les essais dans un autre sens.

Il suffit de garder en vue deux faits: d'un côté un inconvénient *permanent, inévitable malgré les progrès entrevus, car toujours le travail de locomotion sur un chemin de fer sera en raison de la rampe et le coût sera en raison du travail.* C'est une loi, c'est presque un axiôme. D'autre part nous voyons un problème à peine appliqué faisait des progrès lents mais continus. Les essais au Mont-Cenis n'ont pas répondu à ce que l'on en inaugurait. Ils ont cependant laissé bien en arrière tous les procédés précédemment appliqués. Au lieu d'avancer en galerie par jour de $0^m\,30$ ou de un pied, on avance de $5 \times 0^m\,30 = 1^m\,50$ ou cinq pieds. Un pareil résultat n'aurait pas été atteint, si, il y a 4 ans, on était resté sous l'influence des premiers essais, qui donnèrent des résultats si peu favorables que le découragement s'empara de l'esprit de nombre d'ingénieurs. Aujourd'hui il y a progrès manifeste et si le système du Mont-Cenis soulève encore des critiques, l'analyse judicieuse des fautes doit nous confirmer précisément dans les espérances d'une grande amélioration [10].

Nous ne pouvons, à cet égard, citer un exemple plus encourageant que celui qui résulte du développement général de nos voies modernes, *les chemins de fer*. Si l'on se reporte en arrière d'une trentaine d'années, si l'on contemple les premiers essais, si chétifs et en même temps si surprenants faits avec les locomotives de Hackworth et de Stephenson; si l'on compare avec les essais d'alors les résultats d'aujourd'hui, on doit être rempli d'admiration pour le génie patient des

[9] La traversée du Jura par le Hauenstein n'a qu'une longueur de 20 kilomètres entre Sissach et Olten. La montée comporte des rampes de 17 à 26 $^1/_2$ pour mille et se présente sur 12 kilomètres dans la direction Olten et sur 8 kilomètres dans la direction Bâle. La longueur de la traversée du Sœmmering est de 42 kilomètres, nous l'avons vu.

[10] Voir le tableau annexé à la fin de notre ouvrage. Pendant le 2e semestre de 1864 l'avancement total a été de $356^m\,10$ sur le côté septentrional (Bardonnèche). Ce résultat correspond à un avancement journalier de *deux* mètres. Il est dû à un récent perfectionnement des perforateurs.

innovateurs et de confiance dans l'avenir; on doit se dire encore qu'à côté de la science il y a une qualité non moins grande et aussi nécessaire pour la réussite des œuvres de progrès : *la persévérance.*

Pour nous, le percement accéléré des longs souterrains est un problème résolu en partie et sur le point de l'être entièrement sous peu. Que l'on parte maintenant d'nne espérance relativement modeste; que l'on suppose qu'après avoir quintuplé les résultats d'autrefois on arrive, an moyen d'une innovation heureuse, à doubler l'effet actuellement obtenu, à avancer, par jour et par point d'attaque, de trois mètres au lieu de 1^m 50 à 2^m 00; l'avancement annuel d'un souterrain attaqué par les deux têtes seulement serait de 2200 mètres et un surplus de longueur de 4 kilomètres correspondrait à un retard de deux ans à peine. Que l'on compare d'autre part les résultats obtenus à l'aide de ce retard et de l'allongement du souterrain et le choix ne sera plus donteux.

En proposant pour le passage du Simplon un souterrain de base percé du fond de la vallée dn Rhône au fond de la vallée de la Diveria et long de 17 kilomètres, pouvant être attaqné par deux puits (qui réduiraient la distance entre les points d'attaque extrêmes à 12-13 kilomètres) nous sommes parti non-seulement des considérations qui précèdent, mais encore de qnelques analogies données par les autres tracés Alpins suisses. Le *St-Gothard* percé selon les projets des ingénieurs *Bekh* et *Gerwig* aurait un souterrain de près de 15 kilomètres de longueur. Les projets dressés pour franchir les cols du *Lukmanier*, du *Cristallina* et de la *Greina* admettent des tunnels dont les longueurs sont comprises entre 10 et 20 kilomètres, une grande partie dn parcours pouvant être attaquée cependant à l'aide de puits dans la dernière hypothèse. Le tunnel que nous proposons ponr le passage du Simplon ne serait donc guère plus difficile que les souterrains des passages voisins, tandis que les abords de la montagne présenteraient une facilité exceptionnelle.

D. — Tracé inférieur avec souterrain Brigue-Gondo.

Tracé inférieur avec souterrain Brigue-Gondo (17 kilomètres).

En face des idées plus haut mentionnées nons avons snbstitué au projet de M. Jaquemin, fait pour la traversée du Simplon, un autre tracé, plus rapproché de la base de la montagne. Les inconvénients de ce tracé se réduisent à un allongement du souterrain, de 4 kilomètres (qui pourraient être attaqués par des pnits et dont l'importance

décroîtra au fur et à mesure des perfectionnements dans la perforation). Les avantages seraient immenses, à savoir : *Une ligne ne s'élevant qu'à l'altitude de 700 à 750 mètres par rapport au niveau de la mer.* Des rampes peu prolongées de 10 à 12 pour mille sur le versant Nord. — Le souterrain ayant une déclivité uniforme de 4 pour mille vers l'Italie ; sur le versant méridional un court tronçon de 18 kilomètres présentant des rampes de 20 à 25 pour mille jusqu'à Domo-d'Ossola ; en un mot, *des conditions qui seraient bien plus favorables que celles qui se présentent pour les traversées du Jura et celles projetées pour tous les autres passages alpins.*

Nous avons été un peu long à développer les considérations à l'appui du tracé que nous proposons pour franchir le Simplon. Le sujet nous a paru assez important pour que nous motivions en détail notre manière de voir ; cela nous dispensera de justifier les tracés des passages voisins, que nous adopterons pour la comparaison et qui sont patronnés aussi par d'autres ingénieurs, dont l'opinion est en cela conforme à la nôtre [11].

---

[11] Nons ne ponvons passer entièrement sous silence une proposition récente, consistant à franchir les Alpes, en particulier le Simplon, par un système atmosphérique, expérimenté il y a quelques mois sur une modeste échelle, à Londres, sur le petit railway entre l'arsenal et le Palais de cristal de Sydenham.

Un tunnel en maçonnerie de briques, circulaire, de $3^{m}20$ de diamètre (section transversale $8^{m\,2}_{00}$), rendu aussi étanche que possible, sert de tube aspirateur ou souffleur. Le contonr de ce tube est approprié aussi exactement que possible au contour des voitures ordinaires destinées à y circuler. L'une des voitures du train fait piston. A cet effet, elle se trouve munie d'une cible en bois, garnie de tôle et ayant la même forme que la section transversale du souterrain, le jeu inévitable entre le pourtour intérieur dn tube et le piston étant réduit au minimum par une garniture en feutre ou autre matière à frottement doux.

Le train, formanl ainsi piston, avance, tantôt sous l'action de l'aspiration, produite à l'extrémité dn tnbe, vers laquelle le train doit se diriger, tantôt par une forte compression ou injection d'air, d'un effet analogue à celui d'un fort vent ou ouragan, produite à l'extrémilé opposée soit pour le retour. L'un et l'autre effet sont obtenus par l'intermédiaire de puissants ventilateurs d'une forme nouvelle (système Rammel). A Sydenham, les ventilateurs sont mis en mouvement par une machine à vapeur.

Ce système, patronné par un ingénieur très connu et très distingué, M. Ch. Bergeron, a été proposé pour la traversée du Simplon. Dans la pensée des initiateurs, on emploierait les forces motrices contenues dans les chutes d'eau du col pour produire, à l'aide de rones hydrauliques, mouvant des ventilateurs, la quantité voulue d'air comprimé ou de vide d'atmosphère.

Nous hésitons à donner un avis définitif snr ce système ; car, d'nn côté, quelque grandes que soient les objections qui se présentent de prime-abord, au point de vue de la surveillance de la voie et du tube, de la garantie contre les avalanches, des secours à porter en cas d'accident, et de la commodité générale, on doit se garder aussi de préventions qui existent toujours un peu et qui font paraître baroque tout ce qui sort de nos habitudes. Nous chercherons cependant à former les prémisses d'un jugement défi-

Il nous reste à parler, quant au Simplon, des abords du grand souterrain. Sur le versant nord ou valaisan, le chemin de fer abou-

nitif. En admettant toutes les difficultés vaincues, nous nous demandons si le nouveau système serait pratique et avantageux par rapport aux autres. La question économique intervient sous ce rapport en premier lieu. Il faudrait, en tous cas, pour la traversée du Simplon, deux tubes : un pour aller, l'autre pour le retour. (On trouvera les arguments à ce sujet dans notre traité « Etude critique, etc., » pages 39, 40, 41 et 42, à l'endroit où nous prouvons la nécessité d'une double voie pour le tracé Mondésir-Lehaitre. La vitesse serait sensiblement la même pour le tube, que pour ce dernier tracé projeté avec déclivités de 40 pour mille.

Quant au coût du tube, M. Bergeron nous dit qu'il a été de 200 fr. par mètre courant à Sydenham, et qu'il pourrait être d'un prix réduit pour la traversée des Alpes. Nous ne sommes pas de ce dernier avis. Les travaux et matériaux sont assez coûteux dans notre pays et nous paraissent devoir l'être davantage sur le sommet du Simplon que dans la ville de Londres. En établissant le tobe en maçonnerie de briques et de ciment, qui coûte ici près de 100 fr. le mètre cube, le mètre courant du tube ayant 11 mètres de circonférence moyenne et trente centimètres d'épaisseur seulement, cuberait environ $3^{m},^{3}_{50}$ et coûterait par conséquent 350 fr. environ. On peut porter hardiment ce chiffre à 400 fr., en tenant compte des ehapes en ciment, des frais de creusage et du surplus dans le coût de transport des matériaux sur la haute montagne. Deux tubes coûteraient par conséquent 800 fr. par mètre courant de traversée. Si, maintenant, nous supposons le cas le plus favorable, *celui qu'on puisse franchir la montagne avec rampes de dix pour cent*, en empruntant presque jusqu'au sommet les vallées de la Saltine et du Krummbach, on aurait toujours à gravir sur les deux versants, entre Brigue et Iselle, une hauteur de $2020^{m} - 700^{m}$, soit des deux côtés de $2 \times 1320 = 2640$ mètres. Le développement nécessaire, à raison de dix pour cent de déclivité, serait $2640/_{0,10} = 26\ ^{1}/_{2}$ kilomètres, et le coût de la traversée deviendrait de $26.400^{m} \times 800$ fr. = 21,120,000 fr., sans compter la voie de fer, avec rails légers et système d'attache, environ $24,600 \times 25$ fr. donne 615,000 francs, sans compter le matériel roulant et les abords Gondo-Domo-d'Ossola, portés dans les devis des autres systèmes, pour une dépenso de 12,200,000 franes, sans compter enfin les grands réservoirs d'eau, les installations mécaniques et les réservoirs d'air comprimé ou de vide, les stations, etc.

La question se présente sous une autre face quant aux frais d'exploitation. La comparaison sous ce rapport avec une ligne de base est insoutenable, car on ne franchit pas avec la même facilité un col de 1308 mètres au-dessus de la vallée, à l'aide d'un chemin ayant dix pour cent de pente et 26 kilomètres de longueur, que l'on parcourt horizontalement 17 kilomètres. Deux points parlent en faveur du système atmosphérique : 1° Un gaz moteur (l'air comprimé), transmissible au loin et pouvant être produit économiquement, près des positions naturelles des forces motrices ; 2° la suppression du poids mort de la locomotive, qui serait à trainer avec les systèmes de locomotion ordinaires et qui, sur les chemins de fer à fortes rampes, absorbe à elle seule presque la moitié de la force totale.

Deux objections combattent aussi ces avantages. La première réside dans la difficulté de trouver partout des chutes d'eau *coulant avec une intensité suffisante durant toute l'année*, dans le coût hors ligne des installations qui devraient être combinées de manière à tenir compte aussi des variations très grandes dans le régime des torrents alpins. Nous ne voulons pas trop nous arrêter à cette objection, reconnue majeure par des hommes très compétents, ayant une connaissance exacte des Alpes. Nous citons un exemple. Au Mont-Cenis, une installation hydraulique pouvant fournir 800 chevaux de force et ne fournissant d'ordinaire que 150 à 200, coûte plusieurs millions. On verra plus loin que la traction du Simplon exigerait, dans l'hypothèse du système nouveau, une force théorique de 800 chevaux qui, avec les pertes d'effet utile, serait probablement quadruplée ou quintuplée, cela même en admettant un travail continu de 18 heures par jour.

En ce qui concerne l'autre avantage, la suppression du poids mort de la locomotive, nous avons toujours pensé qu'il serait plus qu'effacé par les fuites d'air inévitables. Le système atmosphérique de la rampe de St-Germain a été d'un coût d'exploitation presque incroyable ; il a été abandonné comme partout ailleurs dès qu'on a trouvé la possibilité de franchir les fortes rampes avec la locomotive. Cet exemple ne serait pas encou-

tit actuellement à Sion situé à 52 kilomètres de Brigue-Glyss. Entre les points cités, le chemin de fer traverserait un terrain facile,

rageant. Cependant, nous dira-t-on, le nouveau système est différent. Les pertes d'air sont en raison de la différence dans les pressions intérieure et extérieure, la pression d'air décroît, pour un même effort, en raison de la surface sur laquelle l'air presse; la surface du tube étant très grande, il suffit de marcher avec une pression de quelques centimètres de mercure. Nous croyons que, sous ce rapport, il est bon d'entrevoir de forts mécomptes; les fuites seront moindres avec une moindre différence de pression, mais aussi elles se présenteront plus facilement sur un plus grand pourtour de paroi. Les essais pratiques sur une échelle relativement grande pourraient trancher ce point. Il n'est pas possible de le faire avec les éléments contenus dans la description de l'essai de Sydenham. En effet, cette description se borne à indiquer une pression atmosphérique de deux onces par pouce carré (le pouce anglais = $25,_4$ millimètres de l'once = $31,_9$ grammes) soit de $0,_{0096}$ atmosphère. Elle ne mentionne rien quant à la longueur de la rampe de 67 par mille, bien que cette donnée soit indispensable pour calculer l'effet utile de l'air comprimé, en comparant la force théorique de l'air au travail développé sur rails.

Nous recevons toutefois à ce sujet quelques indications que nous devons à l'obligeance de M. Bergeron. La longueur de la rampe de 67 pour mille est du tiers de la longueur totale, savoir de 200 yards, ou 180 mètres. Le restant du parcours de 600 yards, ou 540 mètres, savoir 360 mètres environ, est placé dans les conditions normales. Nous supposerons pour cette partie une inclinaison moyenne de 5 pour mille.

En partant de ces données et de l'hypothèse d'un poids du véhicule chargé = 9 tonnes, on obtient le travail résistant du parcours à la montée.

A. Sur la rampe de 67 ‰ :

Effort résistant dû à la gravité...... (Coëfficient égal au sinus de l'angle que forme la voie avec l'horizon.)	$0^m,067 \times 9000$ k. = 603 k.	
Effort résistant dû au frottement de roulement........................	$0,004 \times 9000$ k. = 36 k.	
	Total, 639 kilogrammes.	
Et travail résistant pour 180^m de parcours............................	$180^m \times 639$ k. =	115,020 kilogrammètres.

B. Sur la rampe de 5 pour mille :

Effort de gravité..................	$0^m,005 \times 9000$ k. = 45 k.	
Effort résistant dû au frottement de roulement........................	$= 0,004 \times 9000$ k. = 36 k.	
	Effort résistant, total, 81 k.	
Et travail résistant pour 360^m de parcours = $360^m \times 81$ k.		29,160 kilogmèt.
	Total du travail résistant,	144,180 kilogmèt.

Le travail actif est donné par la pression de 0,0096 atm. (soit de 99 kilog. par mètre carré et de 792 kilog. pour une section transversale de 8 mètres carrés) et par le chemin total parcouru = 540 mètres. Ce travail est donc de 792 kilog. 540 mètres = ... 427,680 kilogmèt.

En admettant, ce qui est probable, que la pression atmosphérique soit restée constante sur tout le parcours, l'effet utile devient $= \frac{144,180}{427,680} = 1/3$ environ.

Si, maintenant, on calcule d'abord la force théorique nécessaire pour franchir le col du Simplon, cela en partant de l'hypothèse favorable déjà émise, qu'on puisse établir un chemin de fer à dix pour cent de pente, d'une longueur de 26 ½ kilomètres et d'une rampe moyenne de 14 kilomètres à gravir par train, on trouve :

Effort résistant, gravité..............................	0,100
» » frottement..........................	0,004
Total,	0,104

formé en majeure partie par les alluvions du Rhône. Les rampes ne dépasseraient pas 12 pour mille, les courbes seraient partout à grand rayon. La différence d'altitude entre Sion et Brigue (750^m—500^m) = 250 mètres correspondrait pour 52 kilomètres de développement à une déclivité moyenne de 5 pour mille.

Sur le versant méridional ou italien et à partir du débouché du souterrain entre Isella et Gondo, dans les vallées du Krumbach, de la Diveria et du Toce, le tracé suivrait presque le thalweg avec des pentes ne dépassant pas 25 pour mille et aboutirait à Domo-d'Ossola, après avoir fait, comme nous venons de l'indiquer, un parcours de 18 ½ kilomètres.

Travail résistant à la montée = 14,000 m. × 150,000 k. (poids d'un train) × 0,104 = 218,400,000 kilogrammètres.

Et pour 18 trains journaliers = 18 × 218,400,000 = 3,931,200,000 kilogrammètres.

Or, un cheval vapeur équivaut à une production de force de 75 kilogrammètres par seconde, de (3600 × 75) = 270,000 kilogrammètres par heure et (18 × 270,000 kilogrammètres) = 4,860,000 kilogrammètres pour un travail journalier de 18 heures.

Un travail journalier de 3,931,200,000 kilogrammètres exigerait par conséquent une force théorique de :

$$\frac{3,931,200,000}{4,860,000} = 800 \text{ chevaux environ.}$$

Mais si l'on introduit l'effet utile très réduit de l'air comprimé, qui était dans l'essai de Sydenham, comme 1 est à 3, on trouve au lieu de 800 chevaux = 3 × 800 = 2400 chevaux. Si, enfin, l'on met en compte encore la perte dans l'effet utile des ventilateurs (qu'on ne peut estimer à moins de 0,60 à 0,75), on arrive à une force nécessaire de près de 4000 chevaux devant fonctionner dix-huit heures par jour. La force des appareils et machines devrait être supérieure, puisqu'il faut tenir compte des réparations des roues ventilateurs, etc., et de la mise hors de service momentanée de quelques installations.

Quelle serait la dépense d'établissement d'une pareille installation, quels seraient les frais d'entretien et de mise en mou ement pour le cas où les moteurs hydrauliques ne suffiraient pas? Il est difficile de le prévoir maintenant. On ne doit rien préjuger, mais aussi on ne doit juger que sur des données sérieuses. Ces données ne peuvent être obtenues qu'à l'aide d'essais répétés, et surtout après une étude complète et détaillée, des installations exigées en raison de la nature des lieux. Les mécomptes arriveront toujours, mais au moins faut-il les réduire à leur minimum, autant que l'étude préliminaire le permet.

Il y aurait lieu peut-être de rechercher pour la traversée des Alpes le plan automateur par l'intermédiaire de l'air comprimé. Le train descendant comprimerait l'air dans le tube de retour avec lequel il communiquerait et dans lequel circulerait le train montant.

Nous donnons ces réflexions dans l'unique but de prouver que l'indication donnée sur l'essai de Sydenham ne permet pas d'asseoir un jugement sérieux. Il serait à désirer que les essais se continuent et qu'on y apporte aussi peu d'exagération optimiste que de prévention pessimiste. Nous avouons franchement que nous ne partageons pas la foi dans l'avenir de ce système, souhaitant, au reste, et admettant même qu'il puisse réussir. L'essai de Sydenham n'a pas donné une indication bien nouvelle et bien surprenante. Il y a dix ans, qu'un ami et collègue, M. Charles Knab, ingénieur en chef de l'Etat de Neuchâtel, proposa, dans une série d'articles publiés par la *Feuille d'Avis de Neuchâtel* (automne 1855), d'établir un tube en béton (ciment), dans lequel circulerait un wagon entier, muni d'une cible et mis en mouvement par l'aspiration. Cette proposition eut pour but alors le chemin de fer entre Neuchâtel et la Chaux-de-Fonds.

Entre Domo-d'Ossola et Arona ou Gozzano [12], la ligne se trouverait dans les mêmes conditions qu'au nord, entre Sion et Brigue.

En somme, on peut définir notre tracé bas du Simplon comme suit :

a) Longueur :

1° Parcours Sion-Brigue-Glyss. — Terrain facile, courbes à grand rayon, rampe moyenne de 5 pour mille, rampe maximum de 12 pour mille	52 k. 00
2° Grand souterrain. — En ligne droite, déclivité de 4 pour mille vers le sud, percé dans le gneiss ou dans le granit	17 » 5
3° Parcours Gondo-Domo-d'Ossola avec rampes de 25 pour mille, courbes de 300m de rayon au minimum	18 » 5
Longueur totale entre Sion et Domo-d'Ossola. . . .	88 k. —
et jusque Gozzano	143 » —
b) Culmination 730m à 750m	
c) Longueurs { ligne difficile (Brigue-Domo) . . .	36 » —
d) » » facile	107 » —

[12] Dans la direction de Gozzano, le tracé serait placé dans des conditions d'établissement bien plus favorables que dans la direction d'Arona. On estime que le coût kilométrique du tronçon Domo-d'Ossola-Gozzano ne dépasserait pas 300,000 francs, tandis qu'il atteindrait une importance presque double dans la direction d'Arona.

Longueurs : Domo-d'Ossola-Gozzano, 54 kilomètres, et Domo-d'Ossola-Arona, 59 kilomètres.

E. — St-Gothard.

St-Gothard. Données générales.

Nous avons vu que les abords d'un chemin de fer Alpin par le col du *Simplon*, entre Arona-Gozzano et Domo-d'Ossola au midi, et entre Sion et Brigue au nord de la chaîne, différeraient peu, comme conditions d'établissement et d'exploitation, des plus faciles lignes de plaine. Les passages suisses du centre et de l'est ne sont pas au bénéfice de circonstances aussi favorables. Pour l'un d'eux les difficultés des tronçons qui aboutisssent au chemin de fer Alpin proprement dit ne le cèdent guère en importance aux obstacles de la traversée du col. Cet état de choses mérite notre attention et doit nous engager à donner un plus grand développement à la description des lignes qui conduisent vers les pieds du col central.

Abords méridionaux Camerlata - Biasca.

Le tracé Alpin par le *St-Gothard* débouche, au midi de la chaîne, sur le réseau des chemins de fer dits Tessinois, récemment concédé à une société anglaise. Ce débouché est commun aussi aux passages orientaux par le Lukmanier, la Greina et la Cristallina. La station de *Biasca,* qui sera située à l'embouchure du Brenno dans le Tessin, forme à la fois le point limite septentrional du réseau concédé, et le point de branchement projeté des deux grandes directions, dont l'une mène par la vallée du Tessin aux pieds du St-Gothard, point de partage entre le Tessin et la Reuss, et dont l'autre suit le cours du Brenno pour aboutir vers les passages orientaux qui conduisent dans la vallée du Rhin.

En Italie les chemins de fer actuellement construits s'arrêtent à *Camerlata,* dans la proximité du lac de *Come.* De là jusqu'au village de *Chiasso* (frontière Italo-Tessinoise et origine des chemins de fer de ce canton), il y a une lacune de dix kilomètres environ. A partir de Chiasso, le tracé quitte le lac de Como, se dirige vers l'extrémité occidentale du petit lac de Lugano, le traverse et rejoint la ville et station du même nom. Séparé maintenant par le mont Cenere du bassin du lac Majeur, le tracé gravit cette montagne, en traverse la

partie supérieure par un tunnel de 2100 mètres de longeur, puis cotoie le versant septentrional dans la direction nord-ouest pour rejoindre le Thalweg du Tessin à un kilomètre environ au sud de Bellinzona. Près de cette dernière station et peu avant se bifurque vers le sud-ouest la ligne de branchement sur Locarno. La ligne principale conserve la direction nord-ouest et suit en conditions normales le Thalweg de la vallée du Tessin, sur la rive gauche du Torrent, en passant par *Arbedo*, *Claro* et *Osogna*, pour rejoindre enfin la station de Biasca, limite septentrionale du réseau concédé.

Entre Chiasso et Bellinzona la longueur du tracé est de 54 kilomètres environ. Ce parcours se présente presque entièrement dans les conditions difficiles qui caractérisent les lignes de montagnes. La déclivité moyenne du tronçon mentionné est de 12,4 pour mille, à savoir : sur la partie Chiasso-Lugano, de 7,8 pour mille, et sur le parcours restant Lugano-Bellinzona, de 16,4 pour mille. Le souterrain culminant du Mont-Cenere est projeté avec une déclivité uniforme de 20 pour mille vers le nord. Sur le versant septentrional de la montagne, les rampes de 25 pour mille occuperaient un développement de 7800 mètres. Le maximum de pente est de 18 pour mille seulement sur le versant méridional, mais, en échange, on aura à parcourir sur ce versant une longueur de 18 kilomètres en rampes de 14 à 18 pour mille. Le point culminant de la traversée du mont Cenere est projeté à la côte d'altitude $481^{m},_{00}$ soit à 255 mètres au-dessus de la station de Bellinzona (226^{m}).

Les conditions de déclivité deviennent très favorables dans la partie inférieure de la vallée du Tessin, entre Bellinzona et Biasca, et sur la ligne d'embranchement Bellinzona-Locarno. Entre Bellinzona et Biasca le tracé s'éléve de la cote d'altitude 226^{m}, à celle 297^{m} (station de Biasca), sur une longueur de 22 kilométres environ. La déclivité moyenne est de 3 $^{1}/_{4}$ pour mille. Le maximum de déclivité a été fixé, sur ce tronçon = 10 pour mille, il se présente sur une longueur de 3 $^{1}/_{2}$ kilométres. Des conditions sensiblement analogues régnent sur la ligne de branchement de Locarno.

Au point de vue des courbes le tronçon *Chiasso-Lugano-Bellinzona* ne laisse que de paraître anormal; car tandis que le rapport du parcours en courbe au parcours total serait de 30 $^{0}/_{0}$ seulement, ainsi que nous le verrons plus loin, sur les versants du col du St-Gothard, cette même proportion atteint le coëfficient de 45 $^{0}/_{0}$

sur la section Chiasso-Bellinzona. De Bellinzona à Biasca le tracé présente par contre des conditions relativement favorables à savoir: un parcours en courbe 4100 mètres sur 22 kilomètres de distance totale. On ne rencontre pas, sur cette section le rayon limite de 300 mètres, dont l'emploi est assez fréquent sur la traversée du mont Cenere.

En fait d'ouvrages d'art à mentionner, l'un des projets suppose sur la traversée du mont Cenere sept souterrains d'une longueur totale de prés de trois kilomètres et dix viaducs la plupart de moyenne importance.

Il est visible après cette description que les abords méridionaux communs aux tracés par le St-Gothard et par le Lukmanier-Greina ne sont rien moins que faciles. En ce qui concerne le passage central, on rencontre encore de l'autre côté des Alpes, sur les bords du lac des Quatre-Cantons et pour la traversée du Rossberg quelques obstacles, qui méritent d'être cités, bien qu'ils réagissent moins sur les conditions d'exploitation que sur le coût des travaux.

Au nord des Alpes les lignes suisses sont construites d'une part jusqu'à *Lucerne* (lac des Quatre-Cantons), d'autre part jusqu'à *Zoug*, petite ville située sur les bords du lac du même nom. Pour arriver de ces points aux pieds du col, c'est-à-dire à l'embouchure du torrent de la *Reuss* dans le lac des Quatre-Cantons, les difficultés sont grandes et paraissent au premier abord plus formidables même que celles qu'on rencontre au midi de la chaîne. Abords septentrionaux Zug-Flueien.

Le tracé proposé par M. l'ingénieur Ch. Wetli, modifié plus tard d'après les directions des experts, MM. Beckh et Gerwig, et patronné par le comité officiel du St-Gothard, suppose la bifurcation de la ligne vers le St-Gothard entre les stations de Cham et de Meyerskappel, sur le chemin de fer construit et actuellement exploité entre Lucerne et Zoug, à 18 kilométres environ de Lucerne et à 7 kilométres de Zoug. En outre ce tracé suppose deux variantes destinées à raccourcir les trajets entre la ligne Alpine proprement dite et les deux points respectifs. Ces variantes passent : l'une le long du lac des Quatre-Cantons, par Meggen, Küssnacht et Immensée ; l'autre sur la rive orientale du lac de Zoug, par Oberwyl, Walchwyl, Arth et Goldau. La longueur de l'une comme de l'autre de ces variantes est de 15 kilométres environ.

Nous pensons que la construction de ces deux variantes ne présente pas de grandes probabilités, vu d'une part l'importance et la difficulté des travaux qu'ils entraîneraient et leur coût considérable, d'autre part le faible raccourcissement qui en résulterait, à savoir: 8 kilomètres dans la direction Lucerne-Berne et 2 kilomètres dans celle de Zoug-Zurich.

Nous croyons en conséquence pouvoir nous dispenser de donner les conditions de détails de ces tronçons et nous nous bornerons à la description de la ligne principale qui se bifurquerait, nous venons de le dire, à Meyerskappel, à 18 kilomètres de Lucerne et à 7 kilomètres de Zoug.

A partir de Cham-Meyerskappel jusqu'à Goldau, le tracé de M. Welti suit en premier lieu la rive occidentale du petit lac de Zoug en passant par Rusch, Immensée et Arth. Sur ce parcours, d'une longueur de 16 kilomètres, les conditions ne sont pas anormales. La différence d'altitude franchie entre Cham (432^{m}) et Goldau (476^{m}) serait de 44 mètres seulement. Toutefois le tracé présente une contrepente assez sensible vers le milieu de ce parcours.

La déclivité moyenne est de 3 pour mille, mais les rampes et pentes de 8 à 15 pour mille occupent une longeur de 10 kilomètres sur 16 kilomètres de parcours total.

Les courbes sont en général à grand rayon compris entre les limites de 500 à 4000 mètres, sauf un seul rayon de 320 ^{m} sur une longueur de 555 ^{m}. La longueur du parcours en courbe est sensiblement égale à celle du parcours en alignement, à savoir de 8 kilomètres dans chaque cas.

Les terrassements et travaux d'art sont d'une importance moyenne.

Au midi de la station de Goldau on rencontre comme première difficulté un souterrain de 1620 mètres destiné à franchir le col au pied du Rossberg, qui sépare le bassin du lac de Zoug de celui du petit lac de Lowerz. Une fois ce dernier bassin rejoint, le tracé descend sur la rive orientale du petit lac, par Sewen et Schwytz, en empruntant à partir de Schwytz la vallée de la Muotta et il rejoint près de Brunnen le lac des Quatre-Cantons.

La longueur franchie entre Goldau et Brunnen est de 12 kilomètres. Ce parcours s'opère dans des conditions peu difficiles. La différence

d'altitude entre Goldau (476 m) et Brunnen (440 m) est de 36 mètres, la déclivité moyenne (en sens inverse de celle du tronçon Cham-Goldau) de 3 pour mille. Les courbes sont toutes à grand rayon et leur développement total est de 2 kilomètres seulement, tandis que les alignements occupent une longueur de 10 kilomètres.

A partir de Brunnen le tracé suit la rive orientale du lac des quatre cantons jusqu'à son extrémité méridionale à Fluelen sur, 12 kilomètres. En profil il y a un palier continu, placé à la cote d'altitude 440m. — Favorable sous ce dernier rapport, la ligne présenterait de très grandes difficultés comme travaux d'art, et son tracé en plan horizontal devient assez tourmenté. Les courbes sont nombreuses bien qu'elles n'occupent sur la longueur de 12 kilomètres qu'un développement de 4700 mètres. En fait de travaux d'art, on compte 21 souterrains, dont la longueur varie entre 52 et 436 mètres et dont le parcours total n'est pas inférieur à 3200 mètres. — Une seule station (Sissigen) est projetée entre Brunnen et Fluelen.

Le tracé se trouve reporté maintenant dans la vallée de la Reuss, près de l'embouchure de ce torrent à l'extrémité méridionale du lac des quatre cantons; c'est à partir de ce point que commence la ligne de montagne proprement dite. *Tracé alpin proprement dit.*

Deux projets ont été présentés pour celle-ci. L'un comporte un souterrain bas de 15,400 mètres de longueur, placé à la cote d'altitude maximum de 1346m,20 par rapport au niveau de la mer. D'après l'autre projet, la ligne s'élèverait à la cote 1515,40 au moyen d'un développement supplémentaire, dans les vallées du Gœschenen et du Tessin, et le souterrain culminant se trouverait ainsi raccourci et sa longueur ne serait plus que de 9,800 mètres. Le premier des deux tracés est celui que les partisans du St-Gothardt et leur comité officiel patronnent. Nous allons donner néanmoins la description de l'une et de l'autre ligne en observant tout d'abord qu'elles ont la majeure partie du parcours en commun et que la séparation s'opérerait seulement dans la proximité immédiate du grand tunnel du tracé inférieur.

A. *Tracé inférieur avec un souterrain de 15,400 mètres.*

Tracé inferieur. — Versant septentrional du col. Vallée de la Reuss.

Depuis *Fluelen*, point d'origine de la ligne de montagne le tracé inférieur suit d'abord la rive droite de la *Reuss* en passant par *Altorf* et *Erstfeld*. Sur ce premier parcours de 10 kilométres la ligne se présente en conditions relativement faciles, comme travaux, rampes et courbures. A partir d'Erstfeld, le tracé continue à se développer maintenant à l'aide de fortes rampes, sur la rive droite de la Reuss, sur 7 kilométres (jusqu'à Amstag), puis il traverse le torrent et en suit la rive gauche jusqu'à l'endroit dénommé le *Pfaffensprung*, situé à 24 kilomètres du point d'origine Fluelen.

A la sortie de la station de Pfaffensprung est disposé le premier double rebroussement, à l'aide duquel on obtient un développement auxiliaire de 4 à 5 kilomètres en retournant vers le nord jusqu'à *Gurtnellen* (station en pointe de rebroussement). Revenu après de nouveau au-dessus de Pfaffensprung, le tracé se développe, toujours sur la rive droite de la Reuss, sur 6 kilomètres, par Wasen et Wattungen (33 kil.), rebrousse de nouveau vers le nord à partir de cette dernière station (en traversant cette fois la Reuss) et jusqu'à la station de Wannisfluh, revient sur la rive droite de la Reuss, puis traverse encore le torrent et en cotoie le versant gauche jusqu'au 38 kil., en face de la vallée de *Gœschenen;* un dernier double rebroussement est disposé sur le versant occidental (gauche) de la vallée de la Reuss; enfin le tracé contourne le contrefort de la vallée de Gœschenen, décrit à l'entrée de cette vallée latérale un nœud complet, remonte ensuite son versant méridional jusqu'au 45 kil. et arrive à l'aide d'un contour en quart de cercle, à la tête septentrionale du grand souterrain inférieur.

L'altitude franchie entre Fluelen (440^{m}), et la tête septentrionale du grand souterrain (1,215^{m}) étant de 775 mètres et la distance parcourue de 45,5 kilomètres, la déclivité moyenne est obtenue = 775/45 500 = 0,01,702, soit de 17 pour mille. Entre Erstfeld et Gœschenen les rampes varient entre 15 et 26 pour mille.

La longueur du parcours sur ces dernières rampes (26 °/$_{00}$) est de 21 $^{1}/_{2}$ kilomètres.

Les conditions de courbure sont assez favorables sur les 10 premiers kilomètres entre Fluelen et Erstfeld, le parcours effectué en

courbe étant sur ce tronçon de 2,600 métres seulement soit de 25°/₀ du parcours total. A partir de la dernière station, sur les 35 kilomètres qui précèdent la tête nord du souterrain, la proportion devient presque de 50°/₀ à savoir que la longueur du parcours en alignement (19 kilométres) est sensiblement égale à celle du parcours en courbe (16 ¹/₂ kilomètres). Les rayons de 300 mètres deviennent fréquents; la plus grande partie des rayons de courbure est comprise en dessous de 500 mètres.

Comme principaux travaux d'art sur le versant nord du col nous citons 14 souterrains d'une longueur totale de 2,400 métres, le plus important ayant 990 métres; six viaducs considérables dont le plus grand, à l'embouchure du Gœschenen dans la Reuss, aurait 345 métres de longueur, les hauteurs allant jusqu'à 70 métres. En outre le tracé comporte une série de travaux d'art secondaires et 1,200 mètres de parcours en galeries couvertes.

Tracé inférieur. — Souterrain culminant. — Gœschenen-Airolo

Le *souterrain culminant* est projeté entièrement en ligne droite; sa tête nord (45,3 kil.) serait située, comme nous venons de le dire, sur le versant méridional de la vallée de Gœschenen à 3 kilomètres de l'embouchure de cette vallée dans celle de la Reuss. La tête méridionale (60,7 kil.) se trouverait dans la vallée du Tessin à 2 kilomètres environ à l'occident du village d'*Airolo*. Entre les points extrêmes sus-mentionnés, la longueur du souterrain serait de 15,400 mètres.

En profil le tunnel présenterait la forme dite à dos d'âne. Le point culminant (1346,20) serait situé à 7 kilomètres environ de la tête nord et à 8,400 mètres de la tête méridionale. La déclivité ou rampe vers le milieu serait de 18 pour mille sur les deux versants. Vers le point de rencontre de ces déclivités en sens opposé, c'est-à-dire à 7 k. de la tête nord du souterrain, est projeté un petit palier de raccordement de 240 mètres de longueur.

L'attaque du souterrain serait facilitée par deux puits percés dans la vallée de la Reuss, dont l'un aurait la profondeur de 166ᵐ et l'autre de 296ᵐ. Pour l'attaque de la partie méridionale du tunnel, on a projeté en outre une galerie inclinée qui partirait de la vallée du Tessin et n'aurait pas moins de 1,800 mètres de longueur avec une déclivité de 25 pour cent.

La direction projetée du grand souterrain est presque perpendicu-

laire à la direction des deux vallées du Gœschenen et du Tessin, sur lesquelles il déboucherait.

Tracé inférieur. — Versant méridional du col. Vallée du Tessin.

De même que dans la vallée de Gœschenen, à l'entrée du souterrain, le tracé décrit un arc (quart de cercle) complet à la sortie dans la *vallée du Tessin* (60,7 kil.), puis il traverse le Tessin par un viaduc, pour se placer sur le versant de la rive droite, cotoie ce versant sur 3 k., en passant en face d'Airolo, se rejette à partir de là (k. 64) de nouveau sur le versant de la rive gauche qu'il cotoie d'une manière normale en descendant la vallée du Tessin par *Quinto* jusqu'aux environs de *Faido*, sur 15 kilométres, à savoir jusqu'au kil. 79.

Au dessus de ce dernier village (Faido), est projeté un double rebroussement. Le tracé, jusqu'alors passablement au dessus de la grande route, regagne celle-ci vers le kilomètre 85, continue à cotoyer sur la rive gauche du Tessin jusqu'au kilomètre 91. Là prés de la petite ville de *Giornico* est consigné un nouveau double rebroussement, aboutissant à la station du même nom (kil. 98).

Depuis la station de Giornico la ligne suivrait normalement la rive gauche du Tessin, jusqu'au point kilométrique 105,6; ce dernier point marque la limite du réseau dit *Tessinois* que nous avons déjà décrit et qui se trouve concédé à une société anglaise. Le point de jonction entre les deux réseaux est fixé près du village de Pollegio à un kilométre au nord de *Biasca* et de l'embouchure de la vallée du Brenno dans celle du Tessin.

On sait que la vallée du Brenno conduit vers les passages orientaux Lukmanier, Greina et Cristallina.

La tête méridionale du grand souterrain culminant (kil. 60,7) est projetée à la cote 1,198^{m}60. Le point limite du tracé du St-Gothard (station Pollegio-Biasca, kil. 105,6), serait à l'altitude 297^{m}10. La différence d'altitude (1198^{m}60 — 297^{m}10) = 901^{m}50 donne pour un développement de la ligne = (105,6 — 60,8) = 44^{k}8 une déclivité moyenne de 901,50/44800 = 0,0201, soit de 20 pour mille. Le coëfficient de déclivité maximun est comme sur le versant nord de 26 pour mille; les rampes de 24 à 26 pour mille se présentent sur le versant sud d'une manière plus fréquente, le parcours effectué sur elles n'étant pas moins de 30 kilométres sur 44,8 kilomètres de parcours total.

Les conditions d'alignement et de courbure paraissent plus favorables sur le versant méridional que sur le versant nord; cependant les

courbes de 300 mètres de rayon se présentent d'une manière encore fréquente; les courbes sont comprises en général entre les rayons de 400 et 600 mètres. Sur 40,8 kilomètres de parcours total sur le versant sud, la longueur des alignements serait de 28,800 mètres; celle en courbes, de 12 kilomètres.

Les principaux travaux d'art sur le versant méridional consistent en onze petits souterrains d'une longueur totale de 1280 mètres seulement. — En outre, on compte six viaducs et une série de ponts de 12 à 15 mètres d'ouverture.

B. *Tracé supérieur avec souterrain de 9,800 mètres de longueur.*

Tracé supérieur avec souterrain. Hospenthal-Airolo (9,800 mètres.)

Nous pouvons nous résumer quant à la description de ce tracé, étudié également sous les auspices du comité par le St-Gothard, mais non patronné par les partisans de cette ligne.

Au nord du col, le tracé supérieur se sépare du tracé inférieur, dans la proximité immédiate de la tête projetée du souterrain de 15,400 mètres; à partir de ce point, le tracé supérieur décrit un lacet à double rebroussement sur le versant septentrional ou gauche de la vallée de Gœschenen, se dirigeant d'abord vers l'est et revenant ensuite vers l'ouest, puis il traverse la vallée par un contour demi-périphérique, à 4 kilomètres de l'embouchure du Gœschenen dans la Reuss. Rejeté maintenant sur le versant droit de la vallée du Gœschenen, le tracé cotoie ce versant de nouveau vers l'est et rejoint la vallée de la Reuss puis il passe par le pont du diable et le Urnerloch, en face de Andermatt et de Hospenthal. L'entrée du souterrain aurait donc lieu dans la vallée de la Reuss, à une distance de 60 kilomètres du point d'origine Fluelen et à un kilomètre à l'occident du village de Hospenthal.

Le souterrain serait percé en ligne droite ; sa tête *méridionale* est projetée à peu de distance (500 mètres) à l'ouest de la tête du grand souterrain inférieur. Mais au lieu de décrire après sa sortie du souterrain un contour vers l'est (comme le tracé inférieur), le tracé supérieur se dirige dans le sens opposé, vers les sources du Tessin, pour se rapprocher du Thalweg de la vallée du même nom, et il remonte cette vallée sur 5 kilomètres environ. En ce dernier point et à 75 kilomètres de Fluelen est projeté une station à rebroussement. A partir de cette station, le tracé supérieur revient vers l'est en lon-

geant la rive gauche du Tessin, et il rejoint enfin la ligne inférieure à un kilomètre en aval d'Airolo.

L'allongement occasionné par le tracé supérieur serait de 20 kilomètres environ et la distance Fluelen-Poleggio-Biasca deviendrait de 125 kilomètres au lieu de 105,5 kilomètres qu'on a par le tracé inférieur.

Le point culminant de la ligne supérieure se trouverait dans le souterrain, à 3 kilomètres environ de la tête nord de celui-ci; l'altitude de ce point par rapport au niveau de la mer serait de 1515^{m}40. Sur les trois premiers kilomètres (à partir de sa tête nord) le souterrain culminant présenterait une rampe de 5 pour mille seulement vers le milieu; sur 6800 mètres entre le point culminant et la tête méridionale, le souterrain aurait une pente de 15 pour mille vers le sud.

La plus grande partie du parcours complémentaire de 20 kilomètres s'effectuerait avec des déclivités de 25 et 26 pour mille. La déclivité moyenne du tracé supérieur serait, entre Fluelen et la tête Nord du souterrain, de 17 1/2 pour mille sur 60,5 kilomètres; du côté méridional du souterrain, la déclivité moyenne serait de 20 9/10 pour mille.

Les conditions de courbure sur les deux versants peuvent être assimilées à celles du tracé inférieur.

En dehors des ouvrages d'art déjà mentionnés pour le tracé inférieur, le tracé supérieur *exigerait encore sur le versant nord et sud du col un parcours de 10,930 mètres en souterrain ou en galerie couverte*, et en outre six viaducs, dont deux très importants. Par contre, la longueur du souterrain culminant serait réduite à 9600 mètres et son attaque pourrait être opérée par deux puits d'une profondeur de 268 et de 285 mètres.

Motifs à l'appui du choix du tracé inférieur et résumé de ce tracé.

Le tracé supérieur du St-Gothard n'est pas celui que nous conseillons. Une ligne inférieure avec souterrain de 15 1/2 kilomètres de longueur nous paraît préférable, cela pour des motifs déjà longuement développés lors de la discussion des projets présentés pour le passage du Simplon. Le tracé inférieur est d'ailleurs celui qui se trouve appuyé par le comité officiel de la ligne Alpine centrale. En vue de ce fait, nous estimons qu'il serait inutile d'entrer ici encore dans une argumentation déjà épuisée, que nous serons forcé néanmoins

de reprendre partiellement dans le paragraphe suivant, lorsque nous substituerons le passage par la Greina à celui par le Lukmanier, qui semble réunir encore actuellement les suffrages de la Suisse orientale.

Résumant les données principales du tracé par nous adopté pour la comparaison des trois passages, nous aurons :

a) Longueurs :

Abords septentrionaux	entre Lucerne et Fluelen	58	kilomètres.
	entre Zoug et Fluelen	40	»
Abords méridionaux	entre Camerlata et Chiasso	10	»
	entre Chiasso et Biasca	76	»
Tracé Alpin entre Biasca et Fluelen		105,5	»
Longueur totale Camerlata-Lucerne		249,5	»
» » Camerlata-Zoug		231,5	»

b) Culmination . . . . 1346 mètres.

---

c) Longueur du tunnel culminant	15,400	»
d) Déclivité maximum 26 pour mille.		
e) Rayon minimum des courbes	300	»
f) Longueur totale des rampes de 15 à 26 pour mille	112	kilomètr.
g) Longueur de lignes placées en conditions normales (compris Bellinzona-Locarno = 15,$_{00}$ k.)	85	»
h) Longueur des lignes difficiles (Mont-Cenere, St-Gothard et bords du lac des quatre cantons)	161,5	»

F. — Lukmanier

et passages orientaux adjacents.

Le tronçon *Como*-Lugano-Bellinzona-*Biasca* étant commun aux divers tracés franchissant le col central du St-Gothard et les cols orientaux nous pouvons nous en référer à la description déjà fournie dans le chapitre précédent.

Passages orientaux Lukmanier, Greina et Cristallina.

A partir de Biasca et de l'*embouchure du Brenno dans le Tessin*, deux principales directions s'ouvrent pour la continuation d'une voie ferrée, vers le Nord. A gauche le cours du Tessin conduit par le val de Leventina vers le St-Gothard et forme la direction naturelle des tracés que nous venons de décrire. A droite le torrent du Brenno, suit sur une longueur de 27 kilomètres environ le *val Blenio* jusqu'à *Olivone*, village situé au pied de la dent Toïra.

Depuis *Olivone* la vallée de *Blenio* se divise de nouveau en deux branches : l'une se dirigeant vers le Nord-Ouest, et aboutissant au col du *Lukmanier;* l'autre à droite, passant entre les monts de la *Toira* et de *Sosto*, forme le *val de Camadra* qui prend son origine au midi du col et du glacier de la *Greina*. Immédiatement après le défilé entre la Toira et le Sosto, et à gauche en montant le val de Camadra, débouche une nouvelle vallée, celle qui conduit vers le glacier et vers le col de *Cristallina*.

Les trois cols que nous venons de citer, le *Lukmanier* à gauche ou à l'Ouest; le *Cristallina*, au centre; la *Greina*, à droite de la vallée de Blénio et dans la direction du Nord-Est, se présentent donc pour un tracé, franchissant les Alpes à l'Orient du St-Gothard. Les études faites par les partisans d'une ligne *entre les vallées du Tessin et du Rhin* portent en effet sur les trois directions ci-mentionnées. Nous discuterons isolément chacune de ces directions, pour les comparer ensuite et déterminer le tracé qui, selon nous est le plus favorable, pour traverser les Alpes vers l'Orient de la Suisse.

Préalablement nous devons donner une courte description de la partie commune aux trois tracés suisses orientaux, comprise entre *Biasca* et *Olivone*.

Tronçon commun Biasca-Olivone.

Depuis Biasca les conditions topographiques de la vallée du Brenno sont bien moins favorables que celles de la partie inférieure de la vallée du Tessin. Tandis que la pente moyenne du thalweg de cette dernière vallée est de 3 pour mille à peine, le lit du Brenno monte d'autre part de 20 pour mille en moyenne sur les 12 premiers kilomètres, à partir de Biasca et jusqu'à *Comprovasco*. Plus loin, entre Comprovasco et Olivone la pente moyenne du thalweg atteint même le coëfficient de 40 pour mille sur 8 kilomètres, pour devenir, à partir de là, complétement irréguliére, les vallées s'élévant par une série de gradins formidables vers le Nord.

La station de Biasca est projetée à la cote d'altitude 297m 10. Celle d'Olivone à 894m. La différence de niveau entre les deux points est donc dc 596 m 90. En divisant ce chiffre par celui de la distance parcourue, qui est de 27 kilomètrcs, on obtient une inclinaison moyenne de 22 et quart pour mille. L'inclinaison normale est cependant de 25 pour mille [13], et se trouve interrompue seulement par les petits paliers des stations et par le passage des viaducs et de quelques petits souterrains.

Les stations projetées sur le parcours mentionné sont au nombre de trois. Les courbes seraient comprises en général entre les rayons de 300 et 500 mètres. Sur 27 kilomètres les alignements occuperaient une longueur totale de près de 14 kilomètres sensiblement égale au développement dcs courbes. Parmis les ouvrages d'art nous voyons figurer six viaducs sur le Brenno, la Sosia, etc., et quatre souterrains peu importants, ayant une longueur totale de 680 mètres environ, le plus long étant de 390 mètres.

Nous avons déjà dit que la pente du thalweg du val Blenio devenait de 40 pour mille à partir d'un point situé à 12 kilomètres au nord de Biasca et que cette pente croissait rapidement et cessait d'être

[13] Une variante étudiée par les ingénieurs Michel et Pestalozzi admet même un maximum de déclivité de 30 pour mille. Nous avons pris le projet Welti pour base de notre description.

régulière dans le voisinage d'Olivone. Il s'en suit que le chemin fortement accidenté doit commencer un peu au sud d'Olivone et que les tracés présentent dans cette partie déjà quelques dispositions particulières, telles que le développement en lacets de courbes ou de rebroussements qu'exige le maintien de l'inclinaison de 25 pour mille. Nous allons détailler ces dispositions en décrivant maintenant isolément chacun des trois points de passage, *Lukmanier, Greina* et *Cristallina.*

A. — Lukmanier.

Lukmanier. Versant méridional du col.

A trois kilomètres environ au Sud d'Olivone, prés *Aquila*, le tracé, jusqu'alors sur la rive occidentale du Brenno traverse ce torrent, se rejette sur la rive opposée, retourne sur un kilomètre vers le Sud, revient vers le Nord à l'aide d'un rebroussement dont la pointe forme la station d'*Aquila.* Assise maintenant sur le versant oriental et à une certaine élévation au dessus du thalweg, la ligne suivrait ce versant en remontant de nouveau jusqu'à Olivone. A ce point le tracé rejoint la rive opposée du Brenno par un lacet de courbe, regagne le versant occidental, longe vers le Sud le contrefort entre le val Blenio et la haute vallée du Lukmanier, gravit le même contrefort à l'aide de deux lacets de rebroussement, d'une longueur de 4 et d'un développement de 16 kilomètres. Arrivé avec un développement de 18 kilomètres *depuis Olivone*, à un point situé à peine à 2 kilomètres de distance horizontale vers l'ouest de cette station et à l'altitude de 1400^{m}, le tracé entre maintenant dans la haute vallée qui conduit vers le col du Lukmanier, suit cette vallée sur une longueur de 4 kilomètres jusqu'à Piano di Campera et gravit de nouveau à partir de là, moyennant un lacet à double rebroussement, le versant occidental. Arrivée en dernier lieu prés du cinquante-cinquième kilomètre depuis Biasca (28 kilomètres depuis Olivone), la ligne présenterait encore un développement de six kilomètres jusqu'au tunnel culminant du Lukmanier, projeté à l'altitude 1850^{m}-1875^{m}, avec une longueur de 1700 mètres seulement [14].

Sur cette traversée de 36 kilomètres entre Olivone et le tunnel culminant du Lukmanier le tracé présente une pente presque uniforme

[14] A titre de variante on a consigné sur les profils (profil Michel Pestalozzi) un souterrain ayant 5380 mètres de longueur, pouvant être attaqué par 7 puits dont la profondeur n'excéderait pas 90 mètres. Par ce projet, on ne réduirait pas d'une manière notable la culmination de la ligne, mais celle-ci serait mieux garantie contre les neiges.

de 25 pour mille, interrompue seulement par les paliers de quelques petites stations de montagnes. Les conditions de courbures ne sont pas précisément défavorables, sauf la disposition inévitable de six pointes à rebroussement sur le versant sud. Les courbes ne descendraient pas en dessous du rayon de 300 mètres.

Le souterrain culminant projeté en ligne droite présente une inclinaison de 15 pour mille environ vers le sud.

A partir de la tête nord du souterrain, la ligne, reportée maintenant dans la haute vallée sur le versant nord, descendrait, à l'aide d'un double rebroussement ayant dix kilomètres de développement, jusqu'à l'embouchure du val latéral de *Cristallina* et du *val de Medels*. A ce point, (extrémité supérieure du val de Medels) se trouve disposé un autre double rebroussement, à l'aide duquel le tracé rejoint enfin la vallée du Rhin, après avoir franchi, en face de *Dissentis*, le contrefort de *Mutschnegina* et contourné légèrement la *vallée* de *Tavetsch*. Lukmanier. Versant septentrional.

Depuis *Dissentis* à *Coire* la ligne n'abandonnerait plus la vallée du Rhin. La longueur comprise entre Dissentis et Coire est de soixante kilomètres environ. De cette longueur la partie *Somvix-Coire* (50 k.) est commune aux tracés Luckmanier-Cristallina d'une part, Greina d'autre part. La vallée supérieure de Medels est de plus commune aux tracés du Lukmanier et du Cristallina.

L'inclinaison moyenne entre la tête nord du tunnel (1875 m) et la station de Coire (584 m) serait de 15 pour mille seulement. Les conditions de déclivité deviennent favorables surtout entre Somvix et Coire, où, sur une longueur de 50 kilomètres, les inclinaisons ne dépasseraient pas 12 ½ pour mille et où l'inclinaison moyenne serait seulement de 6 pour mille. Au delà de Somvix (900 m) jusqu'au tunnel culminant du Luckmanier (1875 m) la rampe serait presque uniforme et de 25 à 27 pour mille (36 kilomètres).

Les conditions de courbures seraient aussi relativement favorables sur le versant nord. Entre Somvix et Coire dans la vallée du Rhin, sur 50 kilomètres, le rapport du développement en ligne droite à celui en courbe devient comme 35k à 15k. Le rayon limite est ici encore de 300m mais ce rayon est déjà exceptionnel et se présente seulement dans quelques passages difficiles (gorges) de la vallée du Rhin.

Comme travaux d'art sur les deux versants nous citons 7-8 souterrains ou galeries couvertes ayant une longueur totale de 2600 mètres et quelques ponts peu importants sur le Rhin.

Si nous additionnons les diverses longueurs ci détaillées, nous trouvons pour le passage de la montagne, entre Olivone et Somvix un parcours de 72 kilomètres environ. La distance Como (Camerlata) Coire par le Lukmanier serait la suivante:

1° Camerlata-Bellinzona-Biasca.	86 kilométres.
2° Biasca-Olivone-Somvix	99 »
3° Somvix-Coire	50 »
Total,	235

Nous avons maintenant une idée complète du tracé par le Lukmanier entre Como et Coire. *Nous rappelons ici encore que le tronçon Como-Bellinzona-Biasca-Olivone est commun au midi aux trois tracés* (Lukmanier, Cristallina et Greina). *Il en est de même au nord des Alpes de la partie Coire-Somvix.* En abordant la description des passages par les cols de la Greina et de Cristallina, il suffira donc que nous partions des points extrêmes *Olivone* et *Somvix* soit même pour le passage du Cristallina, de *Olivone* et de la partie supérieure de la vallée de Medels.

b) Greina (Projet supérieur).

Greina. Projet supérieur.

Le souterrain culminant du col de Greina est consigné sur le projet de M. l'ingénieur Ch. Wetli à l'altitude de 1347 mètres. Ce souterrain aurait une longueur de 10,15 kilomètres environ et présenterait sur sa partie nord un palier de 6800 mètres, vers la tête sud une inclinaison de 8 pour mille sur 3 ½ kilomètres, compris 150^{m} d'abords.

Pour atteindre la tête méridionale du souterrain et son altitude de 1320^{m}, le tracé, à 3 kilomètres au midi d'Olivone, près d'Aquila, se développe (comme celui du Lukmanier) à l'aide d'un double lacet en courbe, puis revient sur le versant Ouest vers Olivone, et traverserait le Brenno par un nouveau lacet. Arrivé sur la rive Orientale de ce torrent, la ligne décrirait encore sur le versant cor-

respondant un grand lacet vers le sud, reviendrait sur Olivone, après avoir contourné toutefois légèrement la partie inférieure de la vallée du Lukmanier, dans le but de réduire les inclinaisons.

Placée maintenant à une certaine hauteur au-dessus d'Olivone, la ligne contournerait le mont Toira, et cotoierait le versant occidental du val de Camadra jusque dans la partie supérieure de cette vallée, au point où le thalweg atteint la cote 1340 et où est projeté l'*embouchure méridionale du souterrain.*

On voit que les abords de la Greina dans la partie Aquila-Olivone présentent quelque analogie avec ceux du Lukmanier. La seule différence marquante est celle, que le développement du Lukmanier s'obtiendrait à l'aide de rebroussements, tandis que le tracé vers la Greina n'admet que des lacets de courbe.

Le débouché *septentrional* du souterrain est projeté dans la partie supérieure de la vallée « *Somvixer-Tobel.* » A partir de ce débouché la ligne cotoierait les versants de cette vallée jusqu'à son embouchure dans la vallée du Rhin, en face de *Somvix* à *Surrhein.* Le tracé se trouvant, en ce point, à une certaine hauteur au-dessus du thalweg, on a projeté dans la vallée du Rhin un dernier lacet se développant jusqu'à Dissentis, en face du val Cristallina; ce n'est que lorsque le tracé revenu sur lui-même, en franchissant le Rhin, se trouve de nouveau à Somvix, sur la rive gauche du fleuve et dans la proximité immédiate du village et de la grande route, qu'il devient identique avec celui déjà décrit des abords du Lukmanier entre Somvix et Coire.

Il est évident que le tracé par la Greina, ayant son point culminant à la cote d'altitude 1347 et comportant un souterrain de 10 kilomètres doit être beaucoup plus court que celui devant franchir le col du Lukmanier. La différence de développement entre Olivone et Somvix est de 25 kilomètres environ en défaveur du Lukmanier (Biasca-Somvix 99 kil. par le Lukmanier et 74 par la Greina); la distance Biasca-Olivone est identique pour les deux tracés, à savoir de 27 kilomètres.

En ce qui concerne les déclivités de la traversée de la *Greina* elles seraient de 25 pour mille au maximum entre *Olivone* et *Somvix.* Seulement au passage de quelques viaducs et tunnels et aux stations les inclinaisons sont légérement réduites. Le grand souterrain présenterait, comme nous l'avons dit, la majeure partie de son parcours en palier et le reste en rampe de 18 pour mille. Si l'on tient compte du souterrain on trouve sur le versant méridional, entre Olivone et le Somvix-

Tobel (29 kilomètres) une pente moyenne de $15 \frac{1}{4}$ pour mille seulement. Sur les $18 \frac{1}{2}$ kilomètres entre la tête septentrionale du souterrain et la station de Somvix la pente moyenne serait de 25 pour mille sauf une fraction insignifiante.

Les conditions de courbure ne sont guère moins favorables sur le tronçon Olivone-Somvix que dans la vallée du Rhin. Le rayon de trois cent mètres se présente seulement dans la proximité immédiate du grand souterrain d'une maniére plus fréquente, ailleurs les courbes sont encore comprises entre 400ᵐ et 600ᵐ de rayon. Nous devons mentionner toutefois deux courbes de 220ᵐ de rayon aux abords des viaducs, traversant le Brenno (pied de la vallée du Lukmanier) et la vallée de Cristallina.

Le rapport entre les alignements et les courbes est normal.

Les travaux d'art seraient plus importants au passage de la Greina que pour le Lukmanier. En dehors du grand souterrain de 10,15 kilomètres, la ligne Olivone-Greina-Somvix présenterait encore 19 souterrains ou galeries couvertes, peu importantes en partie, mais ayant cependant une longueur totale de 9 kilomètres. Les viaducs sont au nombre de 10 et ont une hauteur moyenne de 30 métres.

En somme on aurait pour le parcours entre Camerlata et Coire, avec le tracé supérieur par la Greina, les distances suivantes :

1° Camerlata Biasca.	86 kilométres.
2° Biasca-Olivone-Somvix . .	74 »
3° Somvix-Coire	50 »
Longueur totale	210 kilométres.

C. — *Greina.* (Projet inférieur).

Greina. Projet inférieur.

Les travaux considérables que présenteraient les abords d'un projet supérieur par le col de la Greina, le nombre des viaducs et la longueur des tunnels ont engagé M. l'ingénieur Wetli à proposer un tracé inférieur, qui, selon nous, aurait de trés grands avantages.

Aprés avoir décrit le premier lacet au sud d'Olivone et revenu audessus de ce village à la cote d'altitude 894ᵐ, on entrerait dans un souterrain qui n'aurait pas moins de 20 kilométres de longueur, mais qui se trouverait, d'autre part, dans des conditions tout excep-

tionnelles pour l'attaque, par rapport aux autres souterrains de base des lignes alpines.

En effet, par suite de l'aplatissement de la base du col, et de la position en terrasse du val de Camadra, il serait possible de rester vers les deux extrémités du tunnel, assez proche du contour de la montagne pour permettre le forage de 21 puits, distants en moyenne de 500 mètres entre eux et présentant une profondeur de 288 mètres au maximum, de 200 mètres en moyenne. La partie centrale de la montagne serait ainsi réduite à 9 kilomètres seulement et pourrait être attaquée encore par le milieu à l'aide d'une galerie inclinée qui partirait du val de Camadra.

Dans les conditions que nous venons de mentionner, le grand souterrain pourrait être attaqué en tout cas et sur la majeure partie de son parcours par les moyens ordinaires. Ainsi donc, le coût du tunnel de 20 kilomètres ne devrait guère différer de celui d'un souterrain culminant de 10^k,15, avec 9 kilomètres de souterrains aux abords. La roche étant sensiblement la même dans les deux cas, le long souterrain ne se trouverait grevé que par un surplus de développement de 1 kilomètre et par l'obligation de percer des puits plus nombreux et plus profonds. Si, en face de ces inconvénients, on met en balance, d'autre part, cet avantage : *que la ligne serait raccourcie de 20 kilomètres entre Olivone et Somvix, que son point culminant* (1,110 mètres) *serait abaissé de 230 mètres par rapport au tracé supérieur, que l'altitude des deux têtes, comprise entre 960^m-970^m* ne serait guère au-delà de celle du point culminant de la traversée du Jura par le chemin de fer Franco-Suisse, on doit pencher décidément, comme M. l'ingénieur Wetli, pour le tracé inférieur qui se présente sous des auspices avantageux de construction qui ne sont pas communs à tous les autres tracés alpins.

Le grand souterrain serait rectiligne dans sa partie centrale seulement. Dans le but de faciliter l'établissement des puits vers les extrémités, on a disposé quatre alignements, peu divergents, dans la projection horizontale des thalwegs, de la vallée de Camadra au midi, de celle du Somvixer-Tobel au nord.

Les abords du souterrain au midi s'obtiendraient à l'aide d'un petit double lacet près du village Aquila, et d'un autre lacet à Olivone. La tête sud du souterrain serait située à 700 mètres seulement au nord d'Olivone.

Le débouché septentrional du souterrain aurait lieu en face de Somvix, à Surrhein. Depuis là, la ligne décrirait un lacet très peu important en remontant sur le versant méridional de la vallée du Rhin, sur une longueur de 1,500 mètres environ. Puis, revenue sur elle-même par la rive opposée, après avoir franchi le Rhin entre Somvix et Campadiels, la ligne se raccorderait un peu plus loin que Somvix, à Truns, avec le tronçon commun Somvix-Coire.

Nous avons déjà parlé de la position en plan du souterrain, qui comporte plusieurs alignements peu divergents qui pourraient être raccordés au moyen de courbes à grand rayon. Les abords du souterrain, non communs aux autres tracés, sont peu importants et occupent à peine 10 kilomètres entre Olivone et Truns. Les conditions de courbure sur ce tronçon se présentent à peu près comme sur la partie Biasca-Olivone, savoir que les courbes occupent par rapport aux alignements la même longueur. Le rayon minimum de ce tronçon est encore donné à la traversée du Rhin au-dessus de Somvix. Ce rayon (200 mètres) est exceptionnel, ne se présente qu'une fois et pourrait même être corrigé moyennant quelques frais. Les autres courbes sont comprises en général entre 400 et 600 mètres.

Sur les abords au midi, on aurait une rampe d'accès de 24 ou 25 pour mille sur 4 kilomètres, interrompue seulement par le palier d'un grand viaduc sur le Brenno.

Le souterrain aurait son point culminant vers le milieu. Pour y arriver, on partirait des deux têtes avec une rampe de 20 pour mille, qui aurait 4 1/2 kilomètres vers l'extrémité méridionale et 7 kilomètres au nord.

La partie centrale du tunnel serait franchie vers le nord par un palier culminant, long de 5 kilomètres et situé à l'altitude 1,110 mètres. Au sud de ce palier est disposée une pente de 12 1/2 pour mille, se raccordant à 4,400 mètres et à l'altitude 1,055 mètres, avec la rampe d'accès de 20 pour mille qui part de la tête sud.

Entre la tête septentrionale du souterrain et le village de Somvix, les pentes de 20 à 25 pour mille se prolongent encore sur 3 1/2 kilomètres. De ce point à Truns, la déclivité n'est plus que de 8 à 12 pour mille, et on retrouve les conditions normales du tracé dans la vallée du Rhin.

Les travaux d'art importants consistent, en dehors du grand sou-

terrain, en deux tunnels peu importants ayant ensemble une longueur de 600 mètres, et dans le grand viaduc sur le Brenno, à Olivone.

La longueur du tracé inférieur par la Greina, entre Como et Coire, serait donnée comme suit :

1° Camerlata-Bellinzona-Biasca. . . .	86	kilomètres.
2° Biasca-Olivone-Somvix	54	—
3° Somvix-Coire	50	—
Longueur totale. . .	190	kilomètres.

D. — Col de la Cristallina.

Projet par la Cristallina.

Les abords méridionnaux du col de la Cristallina seraient entièrement analogues à ceux du premier tracé par la Greina. Toutefois au lieu de remonter le val de Camadra jusque dans sa partie supérieure, où est projeté la tête du tunnel culminant de 10,15 kilomètres (Greina), on resterait à 2 kilomètres environ vers le midi, à la cote d'altitude 1270m. Le souterrain commencerait en ce point et déboucherait au nord, dans la partie supérieure de la vallée de Medels, à la cote d'altitude 1500m environ. Il pourrait être percé en ligne droite et aurait dans ce cas une longueur de prés de 11 kilomètres. En établissant le tunnel suivant une ligne brisée on allongerait légèrement son parcours mais on gagnerait la facilité d'établir plusieurs puits vers les extrémités (sur 5 kilomètres). Au reste, même dans la première hypothèse il serait possible d'établir des galeries inclinées d'une faible longueur, afin d'aborder plus facilement la partie centrale de la montagne.

Le souterrain aurait une pente uniforme de 20 pour mille vers le sud.

Depuis la tête nord (partie supérieure de la vallée de Medels) le tracé par le Cristallina est sensiblement identique avec celui par le Lukmanier, jusqu'à Somvix sur 20-22 kilomètres environ. Un peu plus loin, à Truns, et jusqu'à Coire le tracé est commun à toutes les lignes ainsi que nous l'avons déjà expliqué.

Les conditions de courbure et de déclivité peuvent être assimilées à celles du tracé supérieur par la Greina. Le point culminant à franchir avec le tracé par le Cristallina est cependant plus élevé de 150 mètres environ que celui de la Greina (1500m et 1350m).

Au point de vue des distances à parcourir on a :

1° Biasca-Olivone-Somvix	76	kilomètres.
2° Somvix-Coire . . .	50	»
Total	126	kilomètres.
Et		
Camerlata-Coire . . .	212	»

E. — Comparaison des divers tracés orientaux.

Comparaison des divers tracés orientaux.

Nous pouvons maintenant comparer les divers tracés orientaux projetés par les cols du Luckmanier, de la Greina et de la Cristallina, en consignant les principales données dans le tableau ci-contre.

On a :

Passages.	Longueurs entre Biasca et Coire.	Altitudes culminantes.	Longueurs des souterrains culminants.	Parcours totaux en souterrains.
a) Luckmanier.	149	1875	1700	4300
b) Greina (projet supér.)	124	1347	10150	19150
c) Greina (projet infér.)	104	1110	20570	21150
d) Cristallina	126	1500	11000	—

On peut tirer de ce tableau les conclusions suivantes :

1° Le projet supérieur par la Greina passe à une altitude culminante (1347^m) de 150 mètres en dessous de celle du tracé par la Cristallina (1500^m). Néanmoins le souterrain culminant de la Greina (projet supérieur) est moins long de près de un kilomètre, par rapport à celui du Cristallina. Le tracé par la Greina présente enfin une économie de parcours de deux kilomètres.

Ces raisons nous font adopter le projet supérieur par la Greina de préférence au projet par le col Cristallina avec lequel il présente quelque analogie.

2° Nous avons expliqué déjà les motifs qui ont engagé M. l'ingénieur Wetli à proposer un tracé inférieur par la Greina. Nous avons mentionné les facilités exceptionnelles qu'offrirait l'attaque du grand souterrain inférieur, la configuration de la montagne permettant d'y établir des puits sur la majeure partie du parcours. Ces motifs et d'autres, que nous avons exposés dans notre ouvrage : « Etude critique » nous engagent à nous ranger à l'opinion de M. Ch. Wetli et à donner la préférence au tracé par la Greina qui comporte un souterrain inférieur de 20 ½ kilomètres dont 11 ½ kilomètres pourraient être attaqués par des puits d'une profondeur moyenne de 200 mètres.

3° Bien que le tracé supérieur par le Lukmanier tombe sous le coup des arguments amassés contre le tracé supérieur par la Greina ; bien qu'il passe à l'altitude assez considérable de 1875^m ; nous avons cru devoir le mentionner, en disant aux partisans de ce tracé, séduits en général *par la configuration facile de la montagne* qu'on ne doit trop juger la question au seul point de vue de la construction. Et si l'on consulte, comme on doit le faire, tous les éléments de l'économie d'un chemin de fer ; si l'on se rend compte du surplus énorme de frais d'exploitation qu'exigerait un pareil tracé ; si l'on envisage qu'un allongement de parcours de 40 kilomètres absorbe aussi une dépense d'établissement importante, sans compensation quelconque, puisque les conditions de concurrence ne permettraient pas d'élever indéfiniment le prix de transport en raison du parcours ; si en un mot on calcule sérieusement et en partant de toutes les faces de la question, on reviendra à notre opinion, qui nous fait adopter, pour la comparaison générale des *passages Simplon, St-Gothard et Luckmanier, le tracé inférieur par la Greina, comme celui qui répond le mieux, parmi les cols orientaux, aux exigences techniques et commerciales d'une grande ligne de transit par les Alpes.*

Résumé.

Résumé général. Simplon. St-Gothard et Greina.

Après avoir décrit les trois principaux passages suisses et les divers tracés proposés pour chacun d'eux ; après avoir motivé le choix des tracés qui nous paraissent dans chacune des trois hypothèses les meilleurs, nous croyons devoir donner dans le tableau suivant la description sommaire de chacun de ces tracés, que nous identifierons dorénavant avec les passages auxquels ils s'appliquent.

Points de comparaison.		D. Simplon tracé inférieur.	E. St-Gothard tracé inférieur.	F. Lukmanier Greina tracé inférieur.
1° Longueur qui reste à construire entre les lignes italiennes et suisses	D. Gozzano ou Arona-Sion . . . . . E. Camerlata-Zug . . . . F. Camerlata-Coire	143 à 147 k.	231 kil. 5	190 kil.
2° Traversée de montagne et ligne difficile	D. Domo-d'Ossola-Brigue . . . . . . E. Mont-Cenere et Biasca-Erstfeld et lac des Quatre-Cantons . . . . F. Mont-Cenere et Biasca-Somvix . .	36 kil.	160 kil.	107 kil.
3° Altitude culminante		750	1346	1110
4° Longueur des rampes de 15 à 26 pour mille		18 kil.	112 kil.	55 kil.
5° Courbes, rayons limites		300m	250m	220m
6° Longueur du souterrain culminant		17 kil. 5	15 kil. 4	20 kil. 5
7° Longueur du souterrain qui devrait être attaquée sans puits		12 kil. *	9 kil.	9 kil.

* En appliquant au souterrain du Simplon une galerie inclinée qui partirait en-dessous de Tavernettes et aurait une longueur de 1800 mètres comme celle projetée pour le St-Gothard, la longueur de 12 kilomètres serait considérablement réduite.

DEUXIÈME PARTIE

COMPARAISON ET DISCUSSION

CHAPITRE PREMIER

Comparaison générale et préliminaire des trois lignes : Simplon, St-Gothard & Greina.

Comparaison préliminaire.

Dans le chapitre précédent, nous avons donné une description détaillée des divers tracés alpins suisses projetés par les cols du *Simplon,* du *St-Gothard* et du *Lukmanier-Greina ;* nous avons recherché, en outre, quel était, pour chacun de ces trois passages, le tracé le plus satisfaisant au point de vue des exigences des grandes lignes internationales de transit, au nombre desquelles l'on doit nécessairement placer en premier rang tout chemin de fer alpin. En procédant de cette manière, nous sommes arrivé à trois tracés bien définis, correspondant aux trois passages et pouvant être identifiés dorénavant avec ceux-ci. La question est donc nettement posée pour la comparaison que nous allons aborder dans ce chapitre.

Mais avant d'entrer dans les détails de la discussion, nous devons présenter encore quelques considérations générales et fixer en même temps le programme que nous avons adopté pour les développements qui vont suivre.

Problème du percement des longs souterrains sans puits.

La question du passage des Alpes suisses se rattache, comme plusieurs autres problèmes de notre temps, à de grandes innovations dans la science de l'ingénieur. Or, toute innovation se présente à un

double point de vue, elle peut être envisagée comme solution *possible* ou comme solution *rationnelle*. Dans notre conviction, le côté rationnel de la question est celui qui doit surtout fixer notre attention. En effet, de nos jours il n'est guère de projets qui puissent être qualifiés d'impossibles ou d'absolument irréalisables. Une prétendue impossibilité n'est, le plus souvent, que relative et se rapporte plutôt à l'insuffisance des moyens d'action pour autant qu'ils doivent rester proportionnés au but que l'on se propose d'atteindre. Cette considération nous conduit à n'envisager le caractère des entreprises que sous leur point de vue plus ou moins rationnel.

La construction accélérée des longs souterrains forme dans cette question l'une de ces innovations que nous venons de signaler. Notre intention n'est pas de revenir ici sur des arguments déjà longuement développés qui nous engagent à compter sur de grands progrès dans les moyens de perforation mécanique des rochers. Trouver ces moyens n'est à notre avis qu'une question de temps et un résultat d'expériences, et placer la solution dans un avenir très lointain serait douter de la marche de l'humanité, du génie et de la persévérance de notre époque.

Nous n'admettons donc point d'impossibilité absolue pour les entreprises de lignes inférieures au travers des Alpes. Nous entrevoyons seulement de grandes difficultés qui s'aplaniront au fur et à mesure que la science fera des progrès. En envisageant maintenant les trois tracés par le Simplon, le St-Gothard et la Greina à ce point de vue des difficultés dans l'application des moyens techniques d'exécution des souterrains, nous trouvons qu'aucun de ces tracés ne se présente d'une manière relativement favorable ou défavorable par rapport aux deux autres. En effet, si le tunnel par la Greina est plus long de quelques kilomètres que ceux des autres passages, il peut, en revanche, être attaqué sur la majeure partie de son parcours par de nombreux puits et rentre par là sur ce parcours dans les conditions ordinaires des ouvrages de ce genre.

Mais si le choix général de lignes inférieures pour les trois passages a pu rendre moins complexe la comparaison de ces lignes, en éliminant cette objection de l'IMPOSSIBILITÉ D'EXÉCUTION, souvent invoquée selon le besoin d'une cause, et en plaçant les divers tracés sur un pied d'égalité *en face du problème non resolu* du percement des longs tunnels, il en ressort aussi de prime abord deux autres faits

saillants à savoir : la grande difficulté des travaux d'accès du passage central par le St-Gothard et la différence considérable entre les altitudes culminantes que franchirait chaque tracé dans l'hypothèse d'un grand tunnel inférieur de 15 à 20 kilomètres de longueur.

Comparaison préliminaire au point de vue des travaux.

Pour arriver au tunnel culminant du *St-Gothard*, il reste à construire, entre Camerlata et Airolo d'une part, entre Lucerne, Zug et Gœschenen d'autre part, environ 235 kilomètres de voies ferrées [15], dont plus de 145 kilomètres seraient placées dans des conditions d'exécution et d'exploitation extrêmement difficiles. Les abords du tunnel culminant par *la Greina* occuperaient en tout une longueur de 185 kilomètres seulement, à savoir : 135 kilomètres entre Como-Camerlata et Olivone, et 50 kilomètres entre Somvix et Coire. Sur les deux tiers de ce parcours, le tracé présenterait des conditions peu anormales comme travaux. Le *Simplon* enfin n'exigerait entre Gozzano et Gondo au midi, et entre Sion et Brigue au nord du col qu'une longueur de 125 kilomètres de voies ferrées à construire, dont les tronçons principaux Sion-Brigue et Gozzano-Crévola ne différeraient pas pour les facilités de construction et d'exploitation des lignes les plus favorables de plaine.

Comparaison préliminaire au point de vue des conditions d'exploitation.

Outre cette grande différence dans les moyens d'exécution, il en existe une autre, plus grande encore, qui se rapporte aux conditions d'exploitation des trois lignes. Ici, le St-Gothard se présente de nouveau dans une situation très inférieure, et il en ressort par contre une situation exceptionnellement favorable pour le passage du Simplon.

En effet, tandis que la position du souterrain culminant du Saint-Gothard obligerait à gravir l'altitude considérable de 1346 mètres au-dessus de la mer, le tunnel de la Greina resterait à la côte 1110^{m} et celui du Simplon ne dépasserait pas même celle de 750 mètres. Les déclivités de 18 à 26 pour mille qui se présenteraient sur une longueur de près de (74 (St-Gothard.) + 10 (Mont Cenere.)) = 84 kilomètres [16] par le St-Gothard, n'atteindraient que la longueur de (46 (Greina.) + 10 (Mont Cenere.)) = 56 kilomètres pour le col oriental, et de 18 kilomètres seulement pour le Simplon et n'existeraient pour ce dernier passage que dans un seul sens (entre

[15] Dans ces chiffres est comprise la ligne d'embranchement Bellinzona-Locarno.

[16] Les rampes de 12 à 18 pour mille occuperaient une longueur supplémentaire de 34 kilomètres environ.

Gondo et Domo-d'Ossola). En outre, le tracé par le St-Gothard se présente dans des conditions d'exploitation très difficiles et très gênantes, par le fait qu'il exigerait dix lacets à rebroussement, tandis que le tracé par la Greina ne comporte qu'un seul rebroussement près Olivone-Aquila et qu'une ligne inférieure par le Simplon se trouverait tout à fait exempt de ces moyens extraordinaires et anormaux de racheter les pentes.

Il nous a paru utile de faire précéder de cette esquisse en traits généraux la comparaison plus détaillée et plus méthodique, à laquelle nous allons nous livrer, et avant que de l'entreprendre, nous devons encore fixer un peu de mots le programme général que nous avons adopté pour cette discussion.

Un examen sérieux et libre de tout parti pris, tel est le caractère fondamental de nos recherches. Le but est de trouver la solution ou la combinaison qui satisferait le mieux aux intérêts généraux, à ceux de la Suisse et de l'Italie et surtout à ceux de l'entreprise financière qui se chargerait de la construction et de l'exploitation, à ses risques et périls, d'une ligne alpine.

Considérations politiques et militaires.

Les intérêts qui se rattachent pour les pays limitrophes, pour l'Italie ou la Suisse, à l'établissement des lignes alpines, ne sont pas entièrement de l'ordre matériel. Les considérations de l'ordre moral interviennent aussi, quoique à un degré moindre cependant, qu'on ne l'a prétendu en général au nord des Alpes. La Suisse, constamment attentive, à juste titre, à tout ce qui peut compromettre sa neutralité et attenter à ses moyens défensifs, s'est préoccupée sans doute aussi, à ce point de vue, de la nouvelle position qui lui serait faite par l'exécution de l'une des entreprises dont nous venons de parler. Cependant, quelque nombreux qu'aient été les motifs invoqués sous ce rapport, dans nos discussions, l'intérêt matériel a toujours dominé en dernier lieu, et les arguments de l'ordre politique ont plutôt été exploités réciproquement pour appuyer cet autre intérêt; nous citerons, à ce sujet, un fait significatif. Les partisans d'une ligne centrale ont insisté sur les dangers d'une invasion française ou d'un passage en Suisse de troupes de ce pays, danger plus grand selon eux, par la facilité relative qu'offrirait une ligne ferrée par le Simplon pour déboucher soudainement au centre des provinces transalpines

de l'Italie. A cette assertion, on a objecté, avec non moins de raison, que la ligne du Gothard est l'aboutissant presque direct du camp de Châlons où la France fait annuellement de grandes concentrations et manœuvres militaires. Il est aisé de voir que ces divers arguments se contrebalancent; leur importance se trouvera d'ailleurs passablement atténuée une fois que l'Italie, fortement constituée et entièrement rendue à elle-même, ne sera plus un champ de bataille où se disputent les influences opposées de la France et de l'Autriche. D'autre part, si les chemins de fer suisses et les chemins de fer alpins en particulier donnaient une plus grande facilité d'envahir notre pays, il paraît certain aussi que ce danger pourrait être prévenu à l'aide de moyens défensifs qui se traduisent, en dernier lieu, par une *dépense d'argent*. Ainsi donc, il serait possible encore de trouver aux considérations morales un équivalent matériel, et, dors et déjà, on peut dire que ce dernier équivalent ne prendrait qu'une importance très secondaire à côté des puissants moyens financiers qu'exigerait tout tracé franchissant les Alpes[17].

[17] Il est intéressant de citer sous ce rapport l'opinion de quelques militaires éminemment compétents. En général, on parait d'accord aujourd'hui sur ce point que les chemins de fer jouent plutôt un rôle défensif et ne présentent qu'un très faible avantage pour l'invasion d'un pays étranger. Il est compréhensible, en effet, que le transport sur rails n'est rien moins que sûr dans une contrée ennemie, où chaque instant un convoi peut être attaqué à l'improviste. Pour une armée, ayant sa base d'opérations avancée, aucune ligne d'opérations et d approvisionnements ne saurait égaler une ligne ferrée. Mais ce cas suppose l'invasion déjà accomplie, il suppose la possession du pays sur lequel débouche le railway. Les guerres récentes donnent à cet égard d'utiles leçons. Lors de la campagne d'Italie, les chemins de fer français ont rendu d'immenses services pour la rapide concentration des troupes et pour leur transport près du théâtre de la guerre. En Italie même, on s'en est peu ou point servi, si ce n'est en employant les terrassements comme points stratégiques, en marchant à l'abri des talus, etc.

En Amérique, on démolit les chemins de fer en pays ennemi, mais on ne s'en sert qu'à condition qu'ils soient protégés par une base d'opérations bien défendue. Ces arguments ne sont pas en contradiction avec une autre opinion qui prévalut lors de la création du réseau français sous Louis-Philippe. On s'accordait alors à entrevoir un double système, celui des lignes partant de la capitale pour la frontière, qu'on qualifia de lignes offensives, et les lignes périphériques, appelées lignes défensives. Ces dernières ont évidemment un caractère défensif, mais elles paraissent utiles davantage sous ce rapport pour les mouvements de troupes le long d'une ligne stratégique à défendre, que pour l'approvisionnement. Le caractère offensif des lignes convergentes peut exister jusqu'à un certain point; mais il a ici pour première condition la possession du pays.

Un chemin de fer tel que le Brenner pourrait être considéré comme étant défensif et offensif à la fois. Le caractère offensif résulte de ce que cette ligne est si bien protégée jusqu'à la frontière italienne, qu'il serait possible d'opérer une rapide concentration de troupes dans la proximité de Bormio. Mais cette situation est très différente de celle des passages alpins suisses. Car elle suppose la possession incontestée des contrées situées au nord du débouché Bormio, tandis qu'un passage italo-suisse ne donnerait jamais une base sûre, et qu'une telle ligne d'opérations pourrait être coupée à chaque instant aussi

L'intérêt moral paraît plus prononcé de l'autre côté des montagnes. L'émancipation complète de l'Italie, qui se présente comme une nécessité politique à toute personne sensée et libérale, le recouvrement de la Vénétie et l'expulsion définitive des influences anti-nationales, ces diverses éventualités, qui se lient aux aspirations et au programme d'un grand peuple, ne sont pas étrangers au choix de nouvelles lignes par les Alpes.

Nous avons déjà indiqué plus haut que des considérations de cet ordre doivent engager le gouvernement de la Péninsule à donner la préférence aux passages suisses plutôt que de perpétuer les tendances d'invasion de l'Autriche en lançant des rails sur le territoire de son ennemie et en créant autant de débouchés offensifs. Quant au choix particulier parmi les *tracés suisses*, il nous paraît moins important au point de vue des intérêts politiques et militaires de l'Italie : d'abord parce que, comme nous venons de le démontrer, tout tracé présentera quelques inconvénients ; ensuite, en considération de ce que l'Italie avec ses puissants moyens se trouverait moins directement exposée que la petite Suisse et qu'elle participerait tout aussi bien que celle-ci aux moyens défensifs qu'on emploierait au nord des Alpes, pour garantir et consolider l'indépendance et la neutralité du sol helvétique.

Considérations de l'ordre économique.

Ainsi donc, sauf les réserves générales que nous venons d'émettre, nous n'introduirons pas les intérêts moraux, politiques ou militaires dans la *discussion détaillée des avantages et inconvénients des divers tracés alpins suisses*. Nous traiterons cette question comme étant entièrement du domaine matériel, comme se rattachant plutôt aux intérêts publics commerciaux et économiques de la Suisse et de l'Italie et aux intérêts de l'entreprise financière de construction et d'exploitation d'une ligne ferrée déstinée à joindre les deux pays.

A ce dernier point de vue encore il nous est possible de simplifier la discussion. Les intérêts publics qui se rattachent à l'établissement

longtemps que la Suisse ne serait pas subjuguée et qu'elle serait résolue à défendre sa neutralité. Or, devons-nous admettre l'hypothèse de la conquête de notre pays? Nous ne le pensons pas. Abstraction faite de toutes les éventualités qui tendent à diminuer l'action de la France en Italie, il nous paraît que si un gouvernement étranger était assez peu honnête pour méconnaître les droits de la Suisse, il ne serait au moins pas assez impolitique pour se créer sans raison majeure, lors d'une lutte, un nouvel adversaire dont l'action hostile compenserait au-delà l'avantage de la possession temporaire et encore incertaine d'une ligne alpine. Ces considérations sont de nature à réduire à sa juste valeur l'importance que l'on s'est plu à attribuer aux motifs de l'ordre militaire dans le choix d'un passage alpin suisse. Au reste, la destruction d'une ligne peut être opérée assez rapidement, surtout lorsque la chose a été prévue d'avance.

d'un chemin de fer et au choix d'un tracé sont liés intimement aux intérêts de l'entreprise elle-même. En effet, la création d'une grande artère ne peut avoir, au point de vue commercial et industriel, d'autre but que celui d'amener du trafic sur le territoire traversé et vers les aboutissants d'une ligne. Or c'est évidemment aussi le but général que doit se proposer une Compagnie financière, administrant un railway. Si une telle compagnie réussit à attirer un grand trafic sur son chemin, pouvant transporter à bas prix, parce qu'elle est au bénéfice d'une exploitation économique, qui lui permet de braver la concurrence, évidemment l'intérêt public sera desservi aussi, soit en recevant à bon marché les produits étrangers, soit en trouvant un débouché facile pour ses propres produits, soit enfin par la richesse et le bien-être qu'amène toujours un grand trafic commercial vers les localités qui lui servent d'entrepôt naturel.

CHAPITRE II.

Comparaison détaillée des trois tracés alpins Simplon, St-Gothard et Greina.

Principaux chefs de la comparaison des trois tracés au point de vue économique.

La situation financière de l'entreprise d'un chemin de fer alpin, de même que celle de tout chemin de fer quelconque, dépend de trois principaux facteurs :

1° Des frais d'établissement du chemin ; 2° du trafic dont il sera doté ou de sa recette brute probable; 3° des frais d'exploitation qui, déduits de la recette brute, donnent le produit net, lequel à son tour détermine le rendement, lorsqu'on le met en rapport avec les frais d'établissement.

La comparaison et la discussion que nous nous proposons d'entreprendre des trois tracés suisses : *Simplon, St-Gothard* et *Luckmanier-Greina,* devra donc nécessairement porter sur toutes les questions qui rentrent dans les articles susmentionnés. Bien que notre intention soit de traiter ceux-ci séparément, nous appellerons tout d'abord l'attention de nos lecteurs sur ce fait: qu'il est difficile de maintenir toujours

une ligne de démarcation rigoureuse entre ces trois éléments, qui se lient d'une manière intime et sont pour ainsi dire fonctions mathématiques entre eux.

En discutant l'un de ces trois points, nous serons obligés, enfin, à plus d'une reprise, de poser approximativement les données d'un autre chapitre et d'anticiper sur des preuves que nous fournirons plus loin. Nous prions le lecteur de considérer que cette méthode est presque forcée en traitant une question où tout se lie et où cependant la clarté et le cadre du travail ne permettent pas de tout dire à la fois.

Nous commencerons notre examen par le chapitre du *trafic* dans lequel nous devons mentionner quelques données qui se rapportent plus spécialement au chapitre des *frais d'exploitation*.

Art. 1. — TRAFIC ET RECETTE BRUTE.

§ 1. — Données préliminaires.

Trafic ou recette brute. — Données préliminaires.

Le *trafic absolu* d'une ligne alpine est une inconnue à l'égard de laquelle les données statistiques peuvent seules donner quelques indices. Le *trafic relatif* des diverses lignes s'obtient plus facilement si l'on considère les facilités relatives que chaque ligne offrirait au commerce, soit par sa position géographique générale, soit par d'autres avantages qui lui permettraient de faire pour le transport des marchandises et des voyageurs des prix réduits. La vitesse du transport n'est pas indifférente non plus dans la fréquentation d'une ligne, quoiqu'elle ait plus d'importance pour le transport des voyageurs, et que, dans une certaine limite, elle affecte peu ou point le courant des marchandises.

En ce qui concerne ces dernières, on peut poser en thèse générale qu'elles emprunteront toujours la ligne suivant laquelle elles payeront le moins pour arriver à destination. Cette base paraît être reconnue généralement; elle est adoptée à peu près dans tous les écrits qui ont paru sur la matière et coule d'ailleurs de source; nous n'avons donc pas trop à nous arrêter à cette assertion. Nous nous préoccuperons davantage de la manière dont elle a été interprétée et de celle dont elle devait l'être à notre avis.

Presque tous les auteurs qui ont écrit sur les divers passages alpins et qui ont cherché à établir leur trafic probable, en recherchant quelle serait l'influence de la concurrence des passages voisins, se sont attachés aux distances seules pour déterminer les rayons desservis. On est parti de l'hypothése de tarifs uniformes, sans avoir égard aux conditions particulières d'exploitation de chaque ligne. Sous l'empire de ces prémisses, on a dû arriver nécessairement à la conclusion que la ligne la plus longue devenait aussi la plus coûteuse, et la plus courte, mesurée au compas, la plus avantageuse pour le commerce. Dans cette hypothèse, la zône limite de la concurrence entre deux lignes serait donnée par les points centraux et autres, desservis dans les deux sens et également distants dans chaque sens, du ou des points de départ du trafic, que l'on aurait adopté *a priori*.

Pour fixer les idées à ce sujet, nous prendrons un exemple. Nous supposerons une même marchandise de provenance maritime, fournie au même prix par les ports de Marseille et de Gênes, et passant : d'un côté, par *Arles, Avignon, Lyon, Ambérieux, Culoz*, distance 453k ; d'autre part (en supposant la ligne du Mont-Cenis achevée), par *Novi, Alessandrie, Turin, Suze, Saint-Michel, Chambéry, Aix* et *Culoz*, distance 414 kilomètres. La station de *Culoz* se trouverait donc plus rapprochée de *Gênes* que de *Marseille* de 39 kilomètres environ, et serait desservie de préférence par le port de Gênes, *si l'on partait de l'hypothèse d'abord émise, c'est-à-dire si l'on ne considérait que les distances à parcourir dans chaque direction.* Méthode des équidistances.

En partageant la différence de 39 kilométres et cherchant un point situé à $19,_5$ kilométres de Culoz vers Ambérieux, ce point serait aussi éloigné de Gênes que de Marseille : d'un côté, $453 - 19,5 = 433,5$ kil.; de l'autre côté, $414 + 19,5 = 433,5$ kil. également. On pourrait appeler le point ainsi obtenu *point neutre ;* car, en ce qui concerne la distance, la marchandise n'aurait aucune raison pour y arriver par l'une des lignes, de préférence à l'autre, cela toujours dans l'hypothèse d'abord émise.

Il est parfaitement compréhensible que le même procédé pourrait être appliqué au-delà de Culoz ou d'Ambérieux, en suivant, d'un côté, la ligne de *Lyon, Mâcon, Châlons, Dijon, Auxonne, Dôle, Pontarlier* (à 687,00 de Marseille); d'autre part, celle de *Culoz, Genève, Morges, Auvernier, Pontarlier,* (654k de Gênes). La différence de trajet par rapport aux deux directions mentionnées serait de ($687^k,_0$

— $654^k{,}_0$) = 33 kilomètres, et on trouverait à $16^k{,}_5$ kilomètres de Pontarlier vers Dôle, un second point neutre, distant de *Marseille* de (687^k, — $16^k{,}_5$ = $670^k{,}_5$ et de *Gênes* de (654^k + $16^k{,}_5$) = $670^k{,}_5$ également. Les distances ci-dessus indiquées changeraient naturellement après la construction des lignes directes Bourg-Lons-le-Saulnier, Mouchard-Besançon d'une part, et Chavornay-Jougne-Pontarlier d'autre part [18].

Il est évident enfin qu'en réunissant les divers points neutres ainsi déterminés, on obtient une ligne de démarcation entre les zones desservies par l'une ou l'autre ligne, par l'un ou l'autre port de mer ou aboutissant quelconque. Cela, bien entendu, en partant d'un tracé existant, car les conditions actuelles peuvent changer, cela se comprend, sur une certaine échelle, au fur et à mesure que des lacunes dans les réseaux de voies ferrées se complétent.

La méthode que nous venons d'esquisser serait trés pratique et très simple, si elle ne se basait pas sur une prémisse complétement erronée. Nous avons déjà dit que la plupart de ceux qui se sont occupés de la comparaison des tracés alpins suisses avaient adopté pour base de leurs recherches quant au trafic probable de ces lignes la distance en plan horizontal qui sépare deux points respectifs. Or c'est là, à notre avis, une erreur très grande et d'autant plus surprenante qu'elle figure dans des ouvrages écrits par des personnes très compétentes.

Méthode des distances virtuelles obtenues en introduisant à côté du parcours les profils, soit les culminations des lignes.

Il est avéré en effet aujourd'hui que le profil d'une ligne influe sur sa valeur économique aussi bien que son tracé et son développement linéaire. Il est reconnu que l'on peut parcourir sur un chemin de plaine une centaine de kilomètres à meilleur marché pour l'exploitation que quarante kilométres sur un chemin de fer incliné à raison de 25 pour mille. Or, il découle de cela un autre fait évident. C'est celui qu'une compagnie, au bénéfice d'une exploitation économique peut, à son tour, transporter à meilleur marché dans le but d'étendre son trafic. Pour que la position fusse égale, sous ce rapport, entre deux compagnies concurrentes, l'on devrait supposer, non pas que les deux compagnies appliquent le même tarif, mais que

[18] Les lignes Bourg-Lons-le-Saunier et Mouchard-Besançon-Vesoul sont actuellement livrées à l'exploitation.

l'une et l'autre se contentent *du même bénéfice*, par unité de poids et de parcours d'une même marchandise et que, par conséquent, *la compagnie la mieux placée abaisse ses tarifs en raison de l'économie de ses dépenses d'exploitation.* Dans ce cas elle pourrait transporter, à prix égal pour le commerce, à une plus grande distance, tout en prélevant, malgré la différence de recette brute, par unité, le même chiffre bénéfice net par tonne-kilomètre ou par tonne parcourant ses rails.

Ce principe paraît évident et juste, et, pour le mettre en pratique, il s'agirait uniquement de trouver un terme de comparaison qui permit de traduire un excés de hauteur franchie par un surplus de parcours horizontal.

Dans leur ouvrage intitulé: « *Le St-Gothard au point de vue commercial*, » MM. Koller, Schmidlin et Stoll ont tenté à fixer l'augmentation qui doit résulter pour le coût de l'exploitation d'un excédant de hauteur franchie (page 123). En mettant en parallèle le tracé inférieur du St-Gothard, qui comporte un souterrain de 15,400 mètres et gravirait l'altitude de 1,346 mètres, avec le tracé supérieur dont l'altitude projetée est de 1,515 mètres, les auteurs concluent que le tracé inférieur est préférable, et ils se basent en cela sur un calcul détaillé, d'après lequel le tracé supérieur entraînerait à un surplus de dépense annuelle d'exploitation de près de *deux cent mille francs, par cent mètres de hauteur franchie,* et pour un trafic supposé équivalent à 180,000 voyageurs et à 270,000 tonnes de marchandises, parcourant la ligne entière.

Cette donnée se rapporte assez bien avec le résultat d'un calcul analogue, que nous avons fait dans notre ouvrage: « *Etude critique,* etc. » En comparant dans cet ouvrage le tracé Mondésir-Lehaître, pour la traversée du *Simplon*, avec l'autre tracé qui comporte un tunnel par la base du même col, nous avons trouvé une différence des hauteurs franchies dans les deux hypothèses = (1732^{m}00 — 750^{m}00) = 982 mètres, et l'écart dans les dépenses (1,913,160 fr. — 246,874 fr.) = 1,666, 286 fr.— Divisant ce dernier chiffre par 982/100 on trouve environ 170,000 fr. de surplus de dépenses d'exploitation, par cent mètres de hauteur franchie. Dans notre calcul nous avons supposé un trafic moyen de 650 tonnes de marchandises par jour, soit de 237,250 tonnes par année. Ce chiffre est un peu inférieur à celui du tonnage supposé pour le St-Gothard (270,000) et il explique, par là, que nous restions dans notre estimation du coût d'exploitation un

peu en dessous du chiffre donné par M. Koller, Schmidlin et Stoll (170,000 fr. au lien de 200,000 fr.).

Eu égard à cette faible différence, d'ailleurs motivée, nous croyons devoir adopter comme consciencieux et exact le chiffre de 200,000 francs, donné par les auteurs de la brochure : *Le St-Gothard*, etc.

Pour tirer de ce chiffre une conclusion, il importe avant tout de fixer son influence sur le coût du travail *unitaire*, soit sur le prix de revient d'une tonne, transportée à un kilomètre de distance, ou élevé verticalement d'une certaine quantité, qui serait donnée par la distance parcourue et par le cœfficient de déclivité du chemin. Or comme la dépense de deux cent mille francs par cent mètres de hauteur franchie s'applique indistinctement à l'ensemble du mouvement des voyageurs et des marchandises il devient nécessaire en premier lieu de trouver un terme commun pour la comparaison. Le premier moyen qui se présente consisterait à estimer le poids des voyageurs; ainsi, en comptant popr un voyageur le poids de 70 kilog. on arriverait pour 180,000 voyageurs à $180,000 \times 70^{k} = 12,600$ tonnes environ. Cette méthode ne serait pas juste car si l'on peut admettre dans une certaine limite, et sauf de faibles restrictions, que le coût d'exploitation sur une même ligne et dans les mêmes conditions de profil, est en raison de la charge brute remorquée, il ne faut pas négliger ce point important qu'un voyageur entraîne relativement à son propre poids, un bien plus grand mouvement dans le poids mort des véhicules. Pour fixer les idées nous mentionnons que le transport d'nne tonne de marchandise occasionne en moyenne la remorque de $1\,{}^{1}/_{2}$ tonne de poids mort de wagons (non compris la locomotive), tandis que le simple voyageur oblige la remorque de 0,6 tonnes de poids brut. En portant pour les 180,000 voyageurs un tonnage équivalent de 45,000 tonnes on tient compte sensiblement de la proportion de la charge brute totale [19]. On pourrait admettre, en conséquence de ce que nous venons de dire, que le mouvement de 180,000 voyageurs

[19] 45,000 tonnes, à raison de 2,5 tonnes, représenteraient à peu près 112,500 tonnes de charge brute, et 180,000 voyageurs, à raison de 0,6 tonnes, donneraienl sensiblement le même chiffre, soit 108,000 lonnes de charge brute. Quanl au coëfficienl de 0,6 tonnes de charge brule par voyageur, il s'obtient facilement', si l'on mulliplie le parcours total des wagons d'une ligne par le poids moyen d'un wagon à voyageurs, et si l'on divise le produil obtenu par le parcours total des voyageurs. En partanl de ce système, on obtient pour les lignes françaises, 0,54 tonnes; pour les lignes prussiennes, 0,58 tonnes; pour le chemin Central-Suisse, 0,56 tonnes, el pour le Nord-Est-Suisso, 0,52 tonnes de poids mort par voyageur. En ajoutant à ces chiffres la constante de 70 kilog. pour le voyageur même, on oblient sensiblement la moyenne de 0,6 lonnes de charge brute totale à remorquer par voyageur.

et de 270,000 tonnes, peut se traduire par un mouvement composé de marchandises uniquement, soit de (270,000 + 45,000) = 315,000 tonnes.

Pour faire gravir à ce tonnage utile de 315,000 tonnes une hauteur de cent mètres, on dépenserait donc 200,000 fr., soit par tonne environ $\frac{200,000 \text{ fr.}}{315,000 \text{ tonnes}}$ = 0,635 ou 63 ½ centimes, et par tonne pour *dix mètres* environ 6 ⅓ centimes. Toutefois ce chiffre ne nous donne pas encore l'excédant de dépense produit par la gravité seule, soit par la hauteur franchie ; car si l'on peut estimer à 6 ½ centimes le coût de la remorque d'une tonne utile sur un chemin supposé incliné à 25 pour mille par exemple, et gravissant dix mètres sur 400 mètres de longueur pour les redescendre de l'autre côté, il ne faut pas oublier que ce même chemin, supposé horizontal, donnerait lieu encore à un certain travail de remorque, à raison de la résistance produite par le frottement de roulement et de glissement. L'effet exercé, soit la dépense provoquée par la rampe, ne peut être obtenu qu'en établissant la différence entre les deux facteurs. A cette dernière fin, nous devons donner quelques indications sur le coût d'exploitation des chemins de fer et sur le prix moyen de la tonne utile remorquée sur un kilomètre.

Coût de la tonne utile remorquée sur 1 kil. de chemin de fer de plaine.

Sur les chemins de plaine le coût d'un train par kilomètre varie entre 1 fr. 70 c. et 2 fr. 50 c. pour les trains à voyageurs, entre 2 fr. et 2 fr. 70 pour les trains à marchandises [20]. Le tonnage moyen de ces derniers trains n'est guère inférieur à 120 tonnes de charge utile, ce qui présenterait environ 12 wagons, chargés jusqu'à la limite du poids qu'ils peuvent supporter (10 tonnes de charge, par wagon à 2 essieux pesant en moyenne 5 tonnes). Le coût moyen de la tonne-kilomètre s'obtient à l'aide de ces chiffres = $\frac{2 \text{ fr. } 40}{120 \text{ tonnes}}$, soit 2 centimes environ. Ce coût serait bien inférieur, si l'on supposait tous les véhicules chargés à leur maximum, si l'on faisait abstraction de la remorque des wagons vides et si l'on admettait enfin les trains composés de telle sorte, que les locomotives aient toujours à exercer le

[20] Chemin de fer de l'*Ouest-Suisse*, coût moyen par train kilomètre en 1863 : 1 fr. 76, soit 2 fr. environ pour les trains à marchandises et 1 fr. 70 pour les trains à voyageurs. *Central-Suisse*, coût moyen (1863) : 2 fr. 45, compris la traversée du Hauenstein, sur laquelle les trains à marchandises sont grevés d'un surplus de coût de 1 fr. 50 à raison de la double traction sur la rampe de 25-26 pour mille.

maximum de travail dont elles sont capables. En partant de cette dernière hypothèse on arriverait à un chiffre peu au-dessus de $^{3}/_{4}$ centime, que la tonne transportée à un kilométre coûterait à la compagnie [21]. Mais il nous paraît convenable de nous arrêter au chiffre ci-dessus de *deux centimes*, et si l'on attend à cet égard un argument plus concluant encore, nous ajouterons que la plupart des compagnies françaises ont des tarifs réduits variant entre 2 $^{1}/_{2}$ et 4 centimes par tonne-kilométre pour les marchandises telles que: *houilles*, *plâtres*, *pierres*, *sables*, *sels*, *fers*, etc [22]. Comme ces marchandises forment pour quelques-unes des grandes lignes françaises le principal élément de recette, on ne doit pas supposer que les compagnies perdent à ces tarifs réduits, car sans cela leur position devrait être déplorable au lieu de florissante qu'elle est.

Coût de la tonne utile remorquée sur 1 kilomètre de ligne inclinée à raison de de 25 p. °/₀₀.

Examinons maintenant le coût trés différent de la remorque des trains parcourant les lignes à fortes déclivités. Sur la traversée du Sœmmering qui comporte, nous l'avons vu, des rampes de 20 à 25 pour mille, le train-kilomètre, tant voyageurs que marchandises coûte en moyenne 4 fr.90 c. Nous ne connaissons pas d'une maniére plus spéciale le coût des trains à marchandises, et nous ajouterons seulement que ces derniers doivent, en vertu de leur plus fort chargement, absorber une dépense kilométrique en dessus de la moyenne sus-indiquée, laquelle par contre ne serait pas atteinte par les trains de voyageurs. Par conséquent, nons restons en-dessous de la vérité en portant la dépense d'un train-kilométre à marchandises à 4 fr. 90 centimes.

[21] Les machines à marchandises de l'Ouest-Suisse, pesanl 35 lonnes environ, doivent remorquer normalement vingt wagons chargés de 10 tonnes, soit 300 lonnes de charge brute et 200 tonnes de charge ulile. En réalité, ces machines peuvent trainer par le temps see et tralnent parfois des chargements bien supérieurs. Avec l'adhérenee de 15 %, la locomotive pourrail trainer environ 500 tonnes de eharge brule, soit 340 tonnes de charge ulile sur une rampe de 5 pour mille. La dépense n'augmeuterait que par rapport au eombustible et resterail à peu de chose près constanle pour les aulres frais. Le surplus de combustible étanl de 5 à 6 kilogrammes au plus et eorrespondant à un coût supplémentaire de 15 à 20 centimes par kilomètre, on pourrait estimer dans ces conditions le eoûl de la lonne utile à $\frac{\text{2 fr. 85 c.}}{\text{340 tonnes}} = \text{0,8 centimes.}$

[22] *Chemin de l'Est français.* Transport de sels: Distance allant à 450 kilométres; 0 fr. 03 par tonne et kilomètre; bois et houilles, 4 cent. par tonne et kilomètre au-delà de 300 kilomètres de trajet; bois de ehauffage, 2 $^{6}/_{10}$ e. au-delà de 550 k. de parcours; briques, 3 $^{1}/_{2}$ c. pour 300 k. — *Paris-Lyon-Méditerrannée:* ciments, 3 $^{1}/_{2}$ e. par tonne au-delà de 100 k.; pierres et sables, 3 $^{1}/_{2}$ e. au-delà de 200 k.; houilles et agglomérés, 3 e.; pierres à plâtre, au-delà de 150 k., 3 e. — *Chemin de fer du Nord:* minerai de fer, à 327

En ce qui concerne la charge utile remorquée par un train à marchandises, nous savons d'abord que les locomotives-tenders système Engerth, employées pour l'exploitation du Sœmmering, ont un poids de 1002 quintaux, soit de 50 tonnes avec approvisionnement moyen d'eau et de charbon. De nombreuses expériences faites par les ingénieurs autrichiens établissent que ces locomotives ne traînent guère, dans les meilleures conditions climatériques ordinaires, au-delà de 3000 quintaux soit 150 tonnes de *charge brute*, wagons compris. Si l'on suppose *le cas le plus favorable* d'un chargement au grand complet, ce que la pratique de l'exploitation des lignes est bien éloigné d'atteindre [23], on arrive, en comptant dix tonnes de chargement pour cinq tonnes de poids d'un wagon, à 100 tonnes de poids utile pour 50 tonnes de poids des véhicules, soit pour 150 tonnes de charge totale remorquée; ce résultat constitue le maximum de ce que l'on serait en droit d'attendre exceptionnellement, quant au chargement d'un train à marchandises traversant le Sœmmering.

Le résultat réel doit être naturellement en-dessous du maximum que nous venons d'établir. Pour fixer les idées il ne sera pas inutile de mentionner que les locomotives à marchandises et mixtes du chemin de fer du Sud d'Autriche, dont le Sœmmering fait partie, ont effectué, en 1861, un parcours total de 505,731 milles de 7532 mètres. Le parcours des marchandises a été sur la même ligne de 767,239,733 milles quintaux, d'où il résulte pour chaque locomotive un chargement utile moyen de $\frac{\text{767,239,733 mille quintaux}}{\text{505,731 mille locomotives}}$ soit de 1517 quintaux ou de 76 tonnes environ [24]. On peut admettre comme certain que le chargement moyen n'aura pas été atteint sur la traversée de la montagne. En portant donc pour cette dernière le tonnage moyen

k. = 8 fr. 50 c. par tonne, soit par kilomètre et tonne = 2 $^6/_{10}$ c.; pierres et sables, 3 $^1/_2$ c.; houilles, 8 fr. 50 c. par tonne de Paris à Dunkerque, sur 320 k., soit par tonne-kilomètre, 2 $^7/_{10}$ c. Dans son ouvrage sur l'exploitation des chemins de fer, M. Proudhon admet que ce dernier tarif forme la limite à laquelle les compagnies transportent encore avec bénéfice.

[23] La charge brute totale, remorquée par tonne de charge utile, c'est-à-dire payante, varie selon les lignes; elle est en moyenne sur les chemins suisses de 3 t^s 00, (soit 2 tonnes de charge morte pour une tonne de charge utile); sur les lignes françaises, de 2,3, sur les lignes prussiennes, de 2,8, etc.

[24] Renseignement tiré de la publication statistique officielle de l'administration centrale des chemins de fer allemands.

d'un train à 75 tonnes, nous croyons être en-dessus de la vérité, car nous snpposerons alors un cas que nulle ligne n'a encore atteint, celui que le chargement réel (75 tonnes) soit égal aux trois-quarts du maximum théorique (100 tonnes).

Divisant maintenant le coût kilométrique d'un train à marchandises, 4 90 c. par son chargement utile moyen (75 tonnes), on obtient le prix de revient de la tonne-kilomètre = $\frac{4 \text{ fr. } 90 \text{ c.}}{75 \text{ tonnes}}$ soit sensiblement près de 6 $^1/_2$ centimes, sur les chemins inclinés à raison de 20 à 25 pour mille. Ce prix sera plus fort naturellement à la montée, puisque le coût d'exploitation dont nous avons donné le chiffre (4 90 c. par train), s'applique indistinctement à la traversée totale du Sœmmering, tant montée que descente.

Surplus de coût de la tonne-kilomètre sur les rampes de 25 °/₀₀.

Avant que de mettre en parallèle les deux chiffres obtenus, quant au coût kilométrique du transport d'une tonne de chargement utile sur un chemin de plaine (2 centimes) et sur une ligne avec déclivités de 20 à 25 pour mille (6 $^1/_2$ centimes) : nous devons établir encore le rapport entre le parcours, soit la distance en rampe, et la hauteur franchie, car, pour simplifier nos développements subséquents, nous prendrons ce dernier élément comme base de nos appréciations.

La traversée d'un col au moyen d'une déclivité de 25 pour mille, exige environ huit cent mètres de parcours pour *dix mètres de hauteur franchie*, à savoir: 400 mètres pour s'élever de dix mètres, et quatre cent mètres pour les redescendre. En partant du prix trouvé de 6 $^1/_2$ centimes par kilomètre, le parcours de 800 mètres donnerait lieu à une dépense de $6{,}5 \times 800/1000 = 5\ ^1/_4$ centimes environ [25]. Telle serait aussi la dépense pour une hauteur de dix mètres franchie sur chemin de montagnes; comme nous voulons cependant nous rendre compte non pas dn coût absolu de la tonne franchissant dix mètres mais de l'excédant de dépense par rapport à un chemin de plaine, soit du coût *que l'on doit attribuer à l'action de la gravité uniquement*, nous devons déduire du chiffre de 5$^1/_4$ centimes, celui qu'absorberait une tonne pour parcourir 800 mètres de chemin de plaine, à savoir $2 \text{ cent.} \times \frac{800}{1000} =$ 1c., 6 environ. Il nous restera

[25] Ce chiffre est un peu inférieur de celui de 6 $^1/_2$ centimes, qu'on trouve en partant des indications de MM. Koller, Schmidlin et Stoll. Cela doit tenir à la modicité de nos appréciations, en ce qui concerne le tonnage utile par train parcourant le Sœmmering, et en partie peut-être de ce qu'il faudrait donner au mouvement des voyageurs supposé pour le St-Gothard un équivalent en marchandises plus fort que celui de 45,000 tonnes, que nous avons porté. En supposant cet équivalent = 110,000 tonnes, on arriverait au même chiffre du coût de la tonne-kilomètre que pour le Sœmmering.

alors un chiffre de (5,2 — 1,6) = 3,6 centimes. Ce dernier chiffre équivaut presque au coût d'un parcours de deux kilomètres sur une ligne peu inclinée.

On pourrait conclure de là, *qu'en s'élevant de dix mètres, un chemin de fer occasionne à la compagnie exploitante une dépense aussi forte que si cette compagnie avait à faire parcourir à sa marchandise un excédant de longueur de près de deux kilomètres sur un chemin de plaine.* Si l'on considère que nos chiffres paraissent être partout des minimums, et que partout nous avons accepté dans le doute les données les moins défavorables aux lignes de montagnes, soit pour le coût kilométrique des trains à marchandises, soit pour leur tonnage moyen, on doit avoir confiance dans cette conclusion, sans même que nous en appelions à l'opinion des ingénieurs les plus compétents [26], et à cette autre preuve pratique déjà citée et plus décisive encore, que la compagnie du Sud d'Autriche fait parcourir aujourd'hui à une grande partie de ses expéditions entre Vienne et Trieste un détour de 140 kilomètres pour éviter 42 kilomètres de chemin de montagne.

Coëfficient de réduction de la hauteur rachetée en parcours horizontal.

Malgré *le caractère évident* du chiffre de réduction que nous avons trouvé, nous hésiterons encore à l'appliquer et cela pour éviter toute objection, quant aux conclusions finales auxquelles nous allons aboutir. Nous supposerons en conséquence *qu'une hauteur à franchir de dix mètres équivaut à un surplus de parcours horizontal d'un kilomètre seulement.* Sur cette base nous établirons tous nos calculs quant aux rayons de trafic, soit en comparant les divers passages alpins entre eux, soit en recherchant la position qui leur serait dévolue en face de la concurrence des lignes étrangères.

Quant au mode même d'introduire la hauteur franchie à côté du parcours horizontal, il nous paraît hors de contestation, et ne peut être nié même d'une manière absolue par les partisans des lignes qui auraient à franchir des altitudes considérables, et se trouveraient

[26] En première ligne, nous croyons devoir citer l'opinion d'un ingénieur des plus célèbres de notre époque, nous voulons parler du général Menabrea, ancien ministre des travaux publics de l'Italie. Dans un discours prononcé au Parlement sarde, en 1856, l'ingénieur italien motiva comme suit la création d'un tunnel inférieur au Mont-Cenis en lieu et placé d'un tracé supérieur, alors patronné par les ingénieurs anglais et ceux du chemin de fer Victor-Emmanuel : « *Savez-vous, Messieurs,* » répondait le général, » *savez-vous ce que veut dire vouloir s'élever au-dessus des montagnes? C'est se mettre dans l'obligation de vaincre une force qu'on ne peut pas détruire: la gravité. Maintenant,*

à cause de cela dans une position fâcheuse de concurrence [27]. Avons-nous besoin d'insister sur l'empressement que mettraient les compagnies chargées de l'exploitation des lignes faciles à abaisser leurs tarifs, dans le but d'anéantir les conditions de vitalité des chemins grevés d'un profil onéreux? La probabilité de ce fait nous paraît non seulement ressortir du bon sens le plus élémentaire, mais encore de ce que nous voyons journellement. Aujourd'hui que les lignes françaises détournent tout trafic des chemins de la Suisse occidentale; qu'elles fournissent, à raison de leurs tarifs différentiels et abaissés jusqu'à la dernière limite, les houilles de la Loire aussi bon marché à Zurich qu'à Genève, en passant par les chemins de fer allemands; aujourd'hui il n'est plus permis de douter de l'attitude que prendraient ces compagnies en face des lignes alpines italo-suisses, si ces dernières étaient réduites à ne pouvoir abaisser leurs tarifs kilométriques en-dessous du chiffre du coût d'exploitation, en-dessous de 6 à 7 centimes par tonne-kilomètre [28].

Si l'on veut établir la position probable du trafic de ces dernières lignes, d'une manière sérieuse, on doit tenir compte par conséquent des profils respectifs des divers tracés. A cette fin, nous établirons en tout premier lieu les altitudes relatives que franchiraient les lignes italo-suisses et les tracés alpins voisins de notre pays qui sont en construction ou en exploitation. Nous devons tenir compte aussi de la

voulez-vous savoir ce que signifie la gravité au point de vue du chemin de fer? Cela veut dire que pour s'élever à une hauteur de cinq mètres, il faut employer le même travail que pour parcourir horizontalement un kilomètre, ou, en d'autres termes, qu'en s'élevant à une hauteur de cent mètres, c'est comme si l'on parcourait vingt kilomètres. Ainsi, comme le passage du Mont-Cenis est à 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer, ceux qui proposent de traverser au sommet de cette montagne, plutôt que de passer dans une galerie à 1300 mètres, proposent une opération qui n'aurait d'autre résultat que d'allonger le trajet de 140 kilomètres. »

[27] Dans leur brochure : *Le St-Gothard au point de vue commercial*, MM. Koller, Schmidlin et Stoll, ingénieurs et directeurs des chemins suisses du Central et du Nord-Est, posent comme suit le principe de la concurrence limitée des passages alpins (page 60): « Pour ce qui est de la concurrence entre les ports d'Italie et ceux de la mer du Nord, les voies de fer qui partent des premiers, *ayant à surmonter de plus grandes difficultés d'exploitation* que les railways partant de la mer du Nord, il s'en suit naturellement que les lignes italiennes atteindront plutôt que celles de la mer du Nord l'extrême limite des réductions possibles de tarifs. *Si nous supposons ces plus grandes difficultés d'exploitation équivalentes à un allongement de cent kilomètres*, etc. » Page 88, nous trouvons : « Si nous admettons qu'à cause des difficultés plus grandes d'exploitation qu'auront à vaincre les lignes conduisant de Gênes vers le nord, cette place a besoin d'avoir sur Marseille l'avantage d'un trajet plus court de 88 kilomètres, etc. »

On le voit, MM. Koller, Schmidlin et Stoll admettent la prémisse incontestable de la

ligne Paris-Lyon-Marseille, qui est destinée à jouer un grand rôle en ce qui concerne le trafic colonial des passages alpins suisses. La ligne Paris-Marseille, étant dotée de la moindre altitude, nous la prendrons comme base de comparaison dans le tableau ci-contre en ne lui attribuant que son parcours réel *et en ajoutant aux autres tracés un parcours additionnel d'un kilomètre par dix mètres de surplus de hauteur* que ces tracés franchiraient par rapport à la ligne Marseille-Genève.

On a :

LIGNES	POINTS culminants.	Altitude par rapport au niveau de la mer.	Altitude relative par rapport à la culmination du chemin Lyon-Genève.	Parcours additionnel à attribuer aux lignes à raison de leurs culminations.	Observations
		Mètres	Mètres	Kilom.	
1° Marseille-Lyon-Paris et Lyon-Genève. . .	*Station* de Meyrin	435,00	0,00	0,—	
2° Passage alpin du *Mont-Cenis* [Gênes]	*Tunnel* du mont Thabor	1334,20	899,20	90,—	
3° Passage alpin du *Simplon* [Gênes] . .	*Tunnel* du Simplon.	750,00	315,00	31,5	66 k., 5 (avec l'Apennin)
4° Passage alpin du *St-Gothard* [Gênes] . .	*Tunnel* du St-Gothard. . . .	1346,20	911,20	91,—	151 k., 0 (avec l'Apennin et le Mont-Cenere.)
5° Passage alpin de la *Greina* [Gênes] . . .	Tunnel de la Greina	1110,00	675,00	67,5	127 k., 5 (avec l'Apennin et le Mont-Cenere.)
6° Passage alpin du *Brenner* [Venise] . .	*Station* du Brenner	1367,00	932,00	93,—	
7° Passage alpin du *Sœmmering* [Venise]	Tunnal culminant	897,00	462,00	46,0	

Les chiffres de ce tableau ne se rapportent qu'aux élévations que franchiraient les tracés alpins proprement dits. Pour rester conséquents dans l'application du principe, nous devons tenir compte aussi, pour les lignes partant de Gênes (quant au trafic colonial), de la

différence des tarifs, à raison de la différence du coût d'exploitation des lignes, mais ces messieurs se bornent à appliquer ce principe à la position des lignes alpines suisses *vis-à-vis de la concurrence étrangère*, et non pas à la position très différente des lignes italo-suisses *entre elles*. Il est vrai que, sous ce dernier rapport, la brochure citéa attribue au St-Gothard son tracé le moins onéreux d'exploitation, tandis qu'elle suppose aux passages rivaux des tracés passant par les sommets des cols, fait peu équitable que nous avons cru devoir mentionner et rectifier.

[23] Voir la note annexe n° 2 de notre ouvrage.

traversée de l'Apennin, qui s'opère entre Gênes et Novi, à l'altitude culminante de 345 mètres au dessus du niveau de la mer (plan incliné dès Giovi, rampes de 28 à 35 pour mille). La montée de ce chemin commençant sensiblement à partir de Gênes, soit du niveau de la Méditerranée, on peut porter en compte l'altitude totale franchie [29], *et la traduire par un parcours additionnel de* $\frac{345^{m},_{00}}{10,_{00}} = 35$ *kilomètres environ qui grèverait le Mont-Cenis et les trois passages alpins italo-suisses Simplon, St-Gothard et Greina.*

En outre, les passages suisses du centre et de l'orient, débou-

[29] Bien que théoriquement le travail auxiliaire de remorque, dû à l'effet de la gravité, soit toujours en raison directe de la hauteur franchie, on ne peut cependant introduire cette dernière donnée que pour les chemins à fortes rampes. Pour poser un exemple, nous dirons que, s'il fallait franchir cent mètres, moyennant une rampe de un pour mille sur une longueur de cent kilomètres, l'effet résistant de la *gravité* ne serait pas supérieur à celui qui résulterait sur 4 kilomètres d'une ligne inclinée à 25 pour mille et franchissant 100 mètres également. Dans la pratique, cependant, les choses se passeraient différemment; car, outre que les chemins a fortes rampes exigent des locomotives plus lourdes, douées d'une plus forte adhérence, pour des charges remorquées moindres, d'où excès de poids mort, il faut compter ici encore avec les usages établis. Sur 100 kilomètres inclinés à raison de un pour mille, on n'accorderait par exemple aucun surplus de combustible au machiniste, parce que le surplus d'effort et de dépense serait insignifiant, par rapport à la longueur unitaire franchie (kilomètre), qui sert de base pour les allocations de combustible. Mais sur une rampe de 25 pour mille, la combustion par kilomètre devient tout à coup triple ou quadruple de celle des chemins de plaine, et comme un mécanicien ne parcourt jamais de trop grands tronçons et que le changement de la locomotive et du machiniste s'opère précisément aux endroits où le profil de la ligne change brusquement, on ne peut trop établir le système des compensations, d'après lequel un certain parcours sur lignes de plaine devrait entraîner, *sans surplus de coût ou d'allocation de combustible*, un faible parcours sur rampes. On peut admettre aujourd'hui qu'un chemin dont les rampes ne dépassent pas 5 à 10 pour mille rentre dans les conditions d'une ligne de plaine, cela surtout lorsque les rampes sont suivies de descentes, car dans ce dernier cas, on regagne la majeure partie du travail effectué à la montée, en laissant aller librement et sans vapeur le train à la descente. La même méthode ne peut donner le même résultat sur les pentes supérieures à 10 pour mille, parce que, en laissant aller un train entièrement à l'impulsion de la gravité, on dépasserait la vitesse maximum tolérée; on est donc obligé de détruire une partie de la force acquise en vertu de la hauteur gagnée, et d'augmenter le travail résistant par l'action des freins, dont on ne se sert guère sur les descentes de 5 à 10 pour mille.

Nous donnons ces réflexions pour faire comprendre pourquoi, en introduisant la hauteur franchie, nous ajoutons par exemple un nouveau surplus de parcours pour la traversée de l'Apennin, qui s'élève du niveau de la mer à 345 mètres, tandis que nous ne supposons grevé d'aucun parcours additionnel le trajet Marseille-Genève, dont la culmination est cependant de 435 mètres. C'est que cette dernière ligne s'élève d'une manière insignifiante sur un trajet de 500 kilomètres, tandis que la traversée de l'Apennin s'opère brusquement par des déclivités exceptionnelles et sur un très petit nombre de kilomètres. En partant de ce principe, nous n'aurions à compter par exemple aucun surplus de parcours pour les abords septentrionaux du Simplon, soit pour le trafic se dirigeant vers le midi, car les rampes, de ce côté, se répartissent sur une très grande longueur et sont peu importantes. Si nous n'avons pas tenu compte de ce facteur, c'est en considération de ce que la majeure partie du trafic par ce passage se dirigerait du sud vers le nord [trafic colonial], et ensuite pour écarter tout reproche d'une préférence non motivée par des arguments scientifiques.

chant sur la vallée du Tessin (St-Gothard et Greina), auraient à vaincre les obstacles de la traversée du Mont-Cenere, qui sépare les bassins du lac Majeur et des lacs de Lugano et de Como. D'après les projets dressés par la compagnie anglaise, concessionnaire des chemins de fer tessinois, la traversée du Mont-Cenere s'opérerait par un tunnel culminant, situé à 481 mètres au-dessus de la mer et à 270 mètres environ au-dessus du niveau du lac de Como (altitude $213^{m},_{00}$; le chemin de montagne commence à partir de ce lac). Ce nouvel obstacle nous conduit à ajouter encore un parcours additionnel de 25 kilomètres au trajet des lignes par le St-Gothard ou par la Greina.

Dans la suite, nous aurons occasion, enfin, à faire entrer en ligne de compte soit la traversée de l'*Apennin* dans l'Italie centrale et méridionale, soit les altitudes des lignes en projet, qui sont destinées à compléter le réseau du Tyrol et à abréger les communications entre Venise et le sud-ouest de l'Allemagne, par le Brenner.

Nous avons fixé maintenant les bases qui doivent présider à nos calculs pour établir le champ de trafic des lignes alpines italo-suisses. Avant que nous abordions ces recherches, nous devons émettre encore quelques idées dont le but est de motiver la subdivision que nous avons établie pour cet important élément de la discussion. Subdivision de l'art. 2 : Trafic-Recette-brute.

L'avenir commercial des passages italo-suisses dépendra, au point de vue du trafic, de deux éléments principaux : § 2 du *Trafic colonial ou maritime des marchandises*, qui partirait, après l'établissement de ces lignes, du port de Gênes, pour entrer en lice, au nord des Alpes, avec le commerce de Marseille, Trieste et des ports de la Manche et de la mer du Nord; § 3, du *Trafic continental des marchandises* entre l'Italie et les pays au-delà des Alpes, la Suisse, l'Allemagne et la France. Bien qu'étant régis par les mêmes lois fondamentales, ces deux courants de trafic donnent lieu cependant à des zônes très différentes. Cette circonstance justifie que nous ayons consacré à chacun d'eux un paragraphe spécial de la discussion et une carte spéciale annexée à notre ouvrage.

Sans méconnaître l'importance probable qu'aurait le futur trafic des voyageurs par les lignes italo-suisses, on peut affirmer néanmoins que le caractère, sinon d'utilité, au moins de productivité de lignes

de fer, repose essentiellement sur le mouvement des marchandises. Nous avons cru devoir traiter toutefois le *trafic des voyageurs* dans un paragraphe spécial.

En établissant sur les cartes annexées à notre ouvrage des zônes de trafic basées sur le principe des équidistances, modifié et complété en tenant compte des conditions de profil et d'altitude, nous pouvons donner une idée assez claire de la position *respective* ou *relative* des lignes, ces dernières étant considérées soit comme entreprises financières, soit en vue de l'intérêt des populations desservies; mais il n'est pas encore possible de se rendre compte au moyen de ces seules données de la vitalité absolue des artères projetées. Pour envisager la question à ce dernier point de vue, nous devons examiner quelle serait pour chaque passage le nombre probable des voyageurs et l'intensité du mouvement des marchandises. Cette nouvelle tâche entraine des recherches sur la circulation actuelle des zônes établies et sur l'augmentation que l'on serait en droit d'entrevoir pour le trafic entre l'Italie et le Nord. Nous avons consacré aux développements de cette nature un paragraphe spécial sous le titre de : *Trafic absolu des passages alpins italo-suisses*, par opposition aux paragraphes qui précèderont et qui traiteront du trafic indirectement et à un point de vue plutôt relatif.

En résumé, nous avons divisé nos recherches sur le trafic en cinq paragraphes, dont l'un (bases préliminaires) vient d'être traité, et dont les autres sont:

§ 2. *Trafic relatif: Marchandises de provenance coloniale ou maritime.*

§ 3. *Trafic relatif: Marchandises de provenance continentale.*

§ 4. *Trafic relatif des voyageurs.*

§ 5. *Trafic absolu des passages alpins italo-suisses* (voyageurs et marchandises).

Nous commencerons par le § 2, et nous allons considérer la position des trois passages *Simplon*, *St-Gothard* et *Greina au point de vue du trafic colonial partant du port de Gênes*, qui leur serait dévolu.

---

§ 2. — **Trafic relatif. — Trafic colonial ou maritime.**

Trafic colonial.

Lignes de concurrence des passages italo-suisses. — Paris-Lyon Méditerranée et Brenner.

Il semble au premier abord qu'il suffirait, pour établir le trafic maritime probable des lignes alpines suisses, (du St-Gothard, du Simplon ou de la Greina pris isolément, ou même des deux derniéres lignes combinées) de considérer uniquement la concurrence des lignes voisines les plus proches, qui sont : le *Mont-Cenis* à l'ouest et le *Brenner* à l'est de la Suisse.

Il n'en est pas ainsi. L'étude attentive de la question nous démontre que le Cenis lui-même subit la concurrence de la ligne plus éloignée qui part de Marseille et que le rayon dévolu au commerce de ce port s'étendrait vers l'est, au-delà même de la ligne de démarcation que l'on pourrait tirer entre le trafic du Cenis et du Simplon, en ne considérant que ces deux lignes.

Nous avons déjà posé à ce sujet un exemple. La distance entre le port de *Marseille* et la station de *Culoz* est de 453 kilométres. Depuis le port de *Gênes* à *Culoz*, en passant par Alessandria, Turin, Suse et le tunnel du Mont-Cenis, la distance serait de 414 kilomètres seulement, donc moins considérable de 40 kilomètres environ. Mais si d'autre part nous introduisons le surplus de longueur qu'il faut attribuer aux passages du Cenis et de l'Apennin, à raison de leur exploitation plus coûteuse (voir le tableau page 77) = 125 kilomètres, on arrive pour le chemin Gênes-Culoz à une distance de 539 kilomètres, distance plus forte de 86 kilomètres environ que celle qui sépare Culoz et Marseille.

La station de Culoz étant un point forcé pour le débouché septentrional du chemin de fer Victor-Emmanuel, il en résulte que le Mont-Cenis serait privé du trafic colonial à destination des contrées situées au-delà de cette station. *Paris-Lyon-Méditerranée* desservirait, selon toute probabilité la Suisse, par Genéve, et conserverait également son monopole pour le nord et le nord-est de la France. Marseille-Lyon-Paris serait d'autant mieux placée vis-à-vis du Mont-Cenis-Victor-Emmanuel, que cette dernière ligne débouche sur la première avant le point de jonction des lignes suisses (Genéve) et que des tarifs différentiels, élevés sur le tronçon Culoz-Genève, réduits par contre sur le tronçon Culoz-Marseille, augmenteraient encore le coût de la marchandise, rendue à

Genève par le Mont-Cenis, sans augmenter le coût de la marchandise provenant de Marseille [30].

D'un côté donc le Cenis ne satisfait pas aux grands intérêts de la ville de Gênes et du commerce italien en général, vis-à-vis des efforts de rivalité de Marseille; d'autre part, il devient nécessaire de déterminer la zône du trafic colonial des lignes alpines suisses, vers l'ouest, en partant de la concurrence du chemin de Paris-Lyon-Méditerrannée, et non pas de celle du Mont-Cenis. La construction de ce dernier passage sera une œuvre essentiellement stratégique et aura à ce point de vue des avantages incontestables pour l'Italie. Comme artère commerciale son utilité sera plus restreinte, le champ de trafic colonial étant arrêté au nord, aux pieds même du massif alpin.

[30] Comme les tarifs différentiels jouent nn très grand rôle dans l'exploitation des chemins de fer, nous tenons à expliquer en peu de mots et par un exemple en quoi consiste ce système.

Prenons l'exemple déjà cité, c'est-à-dire partons de la lutte de concurrence entre les lignes Paris-Lyon-Méditerranée et Victor-Emmanuel (Mont-Cenis), par rapport à l'alimentation coloniale de la Suisse. Faisant abstraction un instant de l'infinence des déclivités sur les tarifs de la dernière ligne, nous aurons les distances de 520 kilomètres à partir de Marseille et de 480 à partir de Gênes pour Genève. Le tronçon Genève-Culoz, commun aux denx directions, possède une longuenr de 66 kilomètres.

Si maintenant nous admettions un tarif de dix centimes par tonne et par kilomètre dans les deux hypothèses, la marchandise provenant de Gènes coûterait 480 kil. × 0 fr. 10 c. = 48 fr. Celle provenant de Marseille 520 kil. × 0 fr. 10 c. = 52 fr. Ce calcul suppose des tarifs uniformes sur tout le parcours et il donnerait un avantage de 4 fr. par tonne à Gênes. Mais, si la Compagnie Paris-Lyon, propriétaire de la ligne jusqu'à Genève, établissait des tarifs différents, si, par exemple, elle réclamait seulement 8 cent. par tonne et kilomètre sur les 454 kilomètres de Marseille à Culox et, par contre, 24 cent. sur les 66 kilomètres de Culoz à Genève, la tonne renduc de Marseille à Genève ne coûterait guère plus qu'avec le tarif nniforme de dix centimes et elle produirait, sur le tronçon Marseille-Culoz (454 kil. × 0 fr. 08) = 36 fr. 32 c. et, sur le tronçon Culoz-Genève, (66 kil. × 0 fr. 24 c.) = 15 fr. 80 c.; en tout, c'est-à-dire pour le trajet Marseille-Genève, 52 fr. 12 c. au lieu de 52 fr. quc nous avons trouvé d'abord. La position serait très différente pour la ligne rivale. Au prix égal de dix centimes la marchandise rendne par Gênes et le Mont-Cenis à Culoz coûterait 414 kil. × 0 fr. 10 c. = 41 fr. 40 c. et, de là, la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée percevrait 15 fr. 80 c. à raison de 24 cent. par kilom. Le coût total de la marchandise rendue par Gênes à Genève serait donc de 57 fr. 20 cent. au lien de 52 fr. 12 c. que cela coûterait par Marseille. Pour atténuer cette position la Compagnie dn Victor-Emmanuel n'aurait que le moyen d'abaisser ses tarifs bien en dessous de dix centimes par tonne et par kilomètre, tandis qne la Compagnie Paris-Marseille, abaissant ses tarifs sur une partie du parcours et les élevant sur une antre partie, aurait toujours un produit égal comme si elle eût demandé dix centimes par tonne et par kilomètre sur tout le parcours. Il est évident que si la ligne de Gênes abaissait ses tarifs la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée en ferait de même et, qu'à *sacrifice égal,* le bénéfice de cette dernière Compagnie serait toujours supérieur de 5 fr. par tonne par rapport au bénéfice que réaliserait la Société rivale. Il résulte de cette explication que la compagnie qui doit recevoir le trafic d'une antre compagnie sur ses rails possède toujours une arme bien dangereuse vis-à-vis de celle-ci, dans la faculté d'établir des tarifs différentiels, et qu'elle est, à raison de cela, toujours mieux placée dans la lntte de concurrence.

Examinons maintenant la position des lignes italo-suisses, par rapport à la lutte de concurrence qui s'ouvrirait vers l'orient de notre pays. Un simple regard sur la carte suffit pour démontrer que la ligne du *Brenner* n'aurait à redouter en aucune façon d'être débordée par le passage plus oriental du *Sœmmering*. En effet, si, par le moyen des équidistances et des distances additionnelles (93k,00 pour le Brenner et 46k,00 pour le Sœmmering), nous cherchons la ligne de démarcation entre les zônes de trafic colonial de l'un ou de l'autre de ces passages, nous trouvons un premier point situé à 8 kilomètres à l'orient de *Linz* (soit à 816k,00 de Venise et de Trieste), et un autre point situé à 40 kilomètres à l'occident de *Prague* (1082k de Venise et de Trieste). La ligne qui passe par ces deux points reste, nous le verrons dans la suite, bien à l'orient de la limite, entre les zônes du Brenner et de l'un ou l'autre des passages italo-suisses.

En envisageant ces derniers passages d'une manière plus générale et en établissant pour l'un ou l'autre d'eux, *pris isolément*, la zône de trafic colonial, nous aurons donc à nous préoccuper uniquement de la concurrence de *Marseille* à l'occident, de l'influence de la ligne *Venise-Brenner*, à l'orient de la Suisse. Nous allons aborder cette tâche et nous chercherons, sous diverses hypothèses, une série d'équidistances et de lignes de démarcation. Avant que de nous livrer à ces calculs, nous devons mentionner les lignes, actuellement en construction ou projetées, qu'à raison de leur importance dans la question nous supposerons achevées.

Lignes supposées achevées dans les calculs des distances.

Ces lignes sont les suivantes :

En Italie :

a) La ligne alpine du *Mont-Cenis* (mont Thabor). Longueur entre St-Michel et Suze 77k,00
b) La ligne *Gallarate-Arona*. Longueur 20k,00
c) La ligne directe *Tortona-Pavie*. Longueur 50k,00

En Suisse :

a) Les trois lignes alpines du *Simplon*, *St-Gothard* et *Greina*, avec leurs prolongements sur les réseaux existants . . . . .
b) La ligne traversant le Jura à l'ouest de la Suisse, entre Chavornay et Pontarlier, par *Jongne* 55k
c) La ligne de *Lucerne* à *Langnau*. 55k
d) La ligne longeant les bords méridionaux du *lac de Constance*
Lindau-St-Margrethen . 21k
Rorschach-Romanshorn 15k
Romanshorn-Constance 19k

En Allemagne :

a) La ligne alpine du *Brenner* entre Innsbruck et Bormio . . 125k
b) La ligne alpine *Innsbruck-Kempten* 166k
c) La ligne longeant la rive septentrionale du *lac de Constance*
Lindau-Friedrichshafen . . 20k
Friedrichshafen-bifurcation
Constance-Schaffhouse . . 55k
d) La ligne *Constance-Appenweyer* (Strasbourg) . . . . .

En France :

Nous mentionnerons les lignes *Grenoble-Chambéry* et la ligne *Grenoble-Gap-Marseille* en examinant quelques-unes des conséquences qui doivent résulter de l'établissement de ces artères.

Ces données préliminaires étant posées, nous pouvons nous livrer à la recherche des équidistances, sujet aride, que nous avons cependant cru devoir introduire dans le cadre de cet ouvrage, afin d'éviter toute contestation sur nos calculs. Nous commencerons par l'examen de la

Limite entre le trafic colonial du Simplon et celui acquis à Marseille.

Limite occidentale de la zône du trafic maritime dévolue à la ligne du Simplon.

(PAR RAPPORT A LA CONCURRENCE DE MARSEILLE.)

Genève :

A. Distances à partir de MARSEILLE. (PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.)		B. Distances à partir de GÊNES. (PASSAGE DU SIMPLON.)	
a) Marseille, Rognac, Arles, Tarascon - Avignon, Valence, *Lyon*	350k,oo	*a) Gênes*, Novi, Alexandrie, Mortara, Novare, Gozzano . .	177k,oo
b) Lyon, Ambérieux, Culoz, *Genève*	169k,oo	*b)* Gozzano, Domo-Dossola, *Simplon*-Sion	143k,oo
		c) Sion, Lausanne, *Genève* . .	151k—
		d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin et du Simplon [31]	66k—
Distances totales,	519k,oo		557k—

[31] Apennin, 35 kilom.; Simplon, 31 kilom.; Jura, par Jougne et la vallée de l'Orbe, 63 kilom.; Jura par le Hauenstein, 18 k. 5.

Ce calcul placerait la ville de Genève dans le rayon de Marseille. Mais si l'on tient compte de la ligne en construction sur la rive méridionale du lac Léman, on est conduit à fixer vers Genève la limite des deux rayons de Gênes et de Marseille.

Plus au nord, on a :

Pontarlier :

a) *Marseille, Lyon*	350k,00	a) *Gênes*, Gozzano, Sion . . .	320k,00
b) *Lyon*, Ambérieux, Bourg, Mouchard, *Pontarlier* .	259k,00	b) Sion, Lausanne, Chavornay, *Pontarlier*	174k,00
		c) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du Simplon et du Jura . .	129k,00
Distances totales,	609k,00		623k,00

La limite entre les deux rayons serait donc placée à l'orient de Pontarlier, d'une quantité égale à la moitié de la différence de parcours dans les deux sens, à savoir de 7 kilomètres environ. Ce point correspond sensiblement avec la frontière franco-suisse. Comme nous n'avons pas tenu compte de l'élévation que l'on franchirait du côté de la France, vers Pontarlier, on est conduit à admettre qu'en réalité le trafic du Simplon s'étendrait au-delà de Pontarlier, vers l'ouest. Mais, ici, il faut tenir compte des droits d'entrée français, qui n'existeraient pas pour le trafic colonial en partance de Marseille, et qui équivaudraient à un parcours de nombre de kilomètres. Il n'est donc guère supposable que la marchandise gênoise pénètre en France, et par là se justifie que nous ayons adopté la frontière franco-suisse pour limite des deux rayons.

Par rapport à Bâle, on a :

Bâle :

a) *Marseille-Lyon*	350k,00	a) *Gênes*, Gozzano, Sion . . .	320k,00
b) *Lyon*, Ambérieux, Bourg. Lons-le-Saunier, Mouchard, Besançon . . .	259k,00	b) Sion, Lausanne, Neuchâtel, Olten, *Bâle*	297k,00
c) Besançon, Belfort, Mulhouse, *Bâle*	177,k00	c) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du Simplon et du Jura (Hauenstein)	84k,00
Distances totales,	766 kil.		701k,00

La ville de Bâle aurait, en vertu de ce calcul, une avance de 67 kilomètres par la voie du Simplon. Ici encore, nous ne supposerons

pas que le trafic de Gênes puisse s'étendre au-delà de Bâle dans la direction de Mulhouse, cela à raison de l'influence des douanes françaises. Il est à remarquer, au reste, que Mulhouse se trouve plus rapproché du Hâvre que de Marseille (720k Mulhouse-Hâvre).

Limite St-Gothard-Marseille.

Limite occidentale de la zône du trafic maritime dévolue au St-Gothard.

(PAR RAPPORT A LA CONCURRENCE DE MARSEILLE.)

Berne :

A. Distances à partir de MARSEILLE. (PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.)		B. Distances à partir de GÊNES. (PASSAGE DU SIMPLON.)	
a) *Marseille-Lyon*	350k—	a) *Gênes*, Novi, Tortona, Pavie, Milan, Camerlata. . . .	202k—
b) *Lyon-Genève*, Lausanne .	229k—	b) Camerlata-Biasca-*St-Gothard*-Fluelen-Lucerne	249k,5
c) Lausanne-*Berne*	97k—	c) Lucerne, Langnau-*Berne*. .	93k—
		d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard *	151k—
Distances totales,	676 kil.		695k,5

La différence des trajets dans les deux sens est de 20 kilomètres environ de la limite de démarcation entre les zônes de Marseille et du St-Gothard (Gênes), passera donc à $\frac{20}{2}$ = 10 kilomètres à l'orient de Berne, vers Langnau.

Par rapport à Herzogenbuchsee, on a :

Herzogenbuchsee :

a) *Marseille*-Lyon	350k—	a) *Gênes*-Camerlata	202k—
b) Lyon, Genève-Lausanne .	229k—	b) Camerlata - *St - Gothard* - Lucerne	249k,5
c) Lausanne, Berne - *Herzogenbuchsee*	137k—	c) Lucerne - Olten - *Herzogenbuchsee*.	82k—
		d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et des Alpes (St-Gothard)	151k—
Distances totales,	716 kil.		684k,5

* Apennin, 35 kilomètres; mont Cenere, 25 kilomètres, et St-Gothard, 91 kilomètres. (Voir le tableau, page 77). — Nous n'avons pas tenu compte de l'altitude considérable que gravirait le chemin de fer projeté Lucerne-Langnau (il s'élèverait à partir de Lucerne et jusqu'au point culminant Escholzmatt, de plus de 400 mètres); d'autre part, nous avons négligé les rampes dans la direction Lausanne-Berne. Un calcul rigoureux tournerait plutôt en défaveur de la direction St-Gothard

La différence des trajets dans les deux sens est de 32 kilomètres environ, et la limite des rayons de trafic Marseille et St-Gothard passera donc à 16 kilomètres au midi de Herzogenbuchsee.

Plus au nord, nous obtenons les distances comparatives suivantes par rapport à Soleure :

Soleure :

a) *Marseille*-Lyon	350k—	a) *Gênes*-Camerlata	202k—
b) Lyon-Genève	169k—	b) Camerlata-*St-Gothard*, Lucerne	249k,5
c) Genève, Morges, Neuchâtel, *Soleure*	174k—	c) Lucerne-Olten-*Soleure* . .	96k,5
		d) Distance additionnelle à raison des difficultés de la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard	151k—
Distances totales,	693 kil.		699k—

L'avantage de 6 kilomètres qu'il y aurait pour Soleure en faveur de la voie de Marseille nous conduit à placer la limite entre les zônes de Marseille et du St-Gothard (Gênes), à 3 kilomètres de Soleure, vers l'est, c'est-à-dire vers Olten.

Par rapport à Bâle, nous avons enfin :

Bâle :

a) *Marseille*-Lyon	350k—	a) *Gênes*-Camerlata	202k—
b) Lyon, Ambérieux, Bourg, Besançon	259k—	b) Camerlata-St-Gothard-Lucerne	249k,5
c) Besançon, Belfort, Mulhouse, *Bâle*	177k—	c) Lucerne-Olten-*Bâle*. . . .	94k—
		d) Distance additionnelle pour difficultés de la traversée de l'Apennin, du mont Cenere, du St-Gothard et du Jura . . .	169k,5
Distance totale,	766 kil.		715k—

De même que pour le Simplon, nous trouvons ici encore que la place de Bâle aurait une avance notable par la voie alpine. Nous avons déjà mentionné que cette avance, tout en assurant le trafic colonial vers la rive droite du Rhin, disparaîtrait par rapport à la France, puisque l'alimentation à partir de Gênes serait grevée d'un droit d'entrée qui n'incombe pas au trafic en partance de Marseille.

Des chiffres ci-dessus, on peut conclure le résultat qui se trouve consigné au moyen de teintes sur notre carte nº 1 :

Conclusions préliminaires Simplon-St-Gothard.

1º *La ligne de démarcation entre les rayons du trafic colonial des ports de* MARSEILLE *et de* GÊNES *serait formée,* DANS L'HYPOTHÈSE D'UNE LIGNE FERRÉE PAR LE SIMPLON, *par la limite occidentale de la Suisse, et plus au nord par le cours du Rhin.*

2º *La ligne de démarcation entre les rayons du trafic colonial des ports de* MARSEILLE *et de* GÊNES *passerait,* DANS L'HYPOTHÈSE D'UNE LIGNE ALPINE PAR LE ST-GOTHARD, *à quelques kilomètres à l'orient de Berne et de Soleure et serait limitée au nord de la Suisse par le cours du Rhin encore. Dans l'hypothèse de l'établissement du passage alpin central, le port de Gênes perdrait par conséquent l'alimentation coloniale d'une très grande partie de la Suisse, compris le canton de Berne (à très peu de chose près) et une partie du canton de Soleure*[33].

3º *La teinte rose de notre carte donne la limite entre les rayons de trafic colonial dévolus à Marseille et à Gênes dans l'hypothèse du passage du Simplon; la teinte violette, c'est-à-dire la ligne bleue qui la borde à l'ouest, donne la ligne de démarcation entre le trafic colonial en partance de Marseille et celui qui serait acquis au port de Gênes dans l'hypothèse d'un passage central.*

Lignes de démarcation du trafic colonial, ou passages alpins suisses vers l'orient.

Examinons maintenant les conditions du trafic colonial vers l'orient de la Suisse.

La ligne du Brenner, actuellement en construction, ferait de ce côté concurrence aux passages alpins suisses, soit au port de Gênes. Cette ligne débouchera par Vérone sur le port de Venise. Notre carte nº 1 indique cependant encore deux autres artères projetées, qui partiraient du versant méridional du Brenner (Brixen, altitude 540 mètres) pour rejoindre : l'une le port de Venise, par Belluno et Tréviso, l'autre le port de Trieste, par Tolmezzo et Udine. L'une et l'autre de ces lignes donnerait avec la mer une communication plus directe que la voie de Vérone. Si cependant nous partons de cette

[33] Le St-Gothard ferait perdre au port de Gênes les cantons de Genève, population 83,345 âmes ; Valais, 90,880 âmes ; Vaud, 213,606 âmes ; Fribourg, 105,970 âmes ; Neuchâtel, 87,847 âmes ; Berne, 450,000 âmes [en déduisant une partie des populations vers la frontière lucernoise] ; Soleure, environ 30,000 âmes ; total, 1,061,648 âmes sur 2,534,240 âmes de population totale.

dernière direction pour établir nos rayons de trafic, c'est en vue des faibles chances que présente l'établissement des deux autres branches, dont les difficultés d'établissement ne le cèdent en rien à la ligne du Brenner même [34]. On peut placer dans un avenir très éloigné l'établissement des lignes par Belluno et par Tolmezzo.

Au nord des Alpes, nous avons consigné un autre tracé dont l'exécution semble aussi devoir exercer une influence marquante sur l'avenir des passages italo-suisses. Nous voulons parler de la ligne directe *Innsbruck-Kempten,* qui placerait le chemin du Brenner dans une position avantageuse par rapport au trafic colonial du sud-ouest de l'Allemagne, dans l'hypothèse de l'établissement du passage du St-Gothard, à l'exclusion de la ligne plus orientale par la Greina. La ligne Innsbruck-Kempten suivrait, à partir de Innsbruck, la vallée de l'Inn jusqu'à Imst, pour traverser à partir de là (altitude 3000′ à 3500′ autrichiens ou près de 1100 mètres) le col du *Mutte* par un souterrain de dix à douze kilomètres, et regagnerait ensuite la vallée du Lech, en passant par Reute vers Kempten. Cette ligne serait grevée à raison de sa culmination d'un parcours additionnel de près de septante kilomètres, outre le parcours additionnel de quatre-vingt treize kilomètres attribué au Brenner. Elle doit être commencée dès l'achèvement de la ligne du Brenner par une société bavaroise qui vient d'en terminer les études.

Nous ne chercherons pas pour le moment la ligne de démarcation qui résulterait à l'orient, pour le passage du Simplon, supposé un instant seul établi à côté du Brenner. Nous nous occuperons surtout de la position relative des deux lignes par le *St-Gothard* et par la *Greina.* Pour fixer en attendant les idées du lecteur, nous pouvons affirmer un fait qui ressort de l'inspection de la carte n° 1 et qui ressortira encore de nos calculs postérieurs, à savoir que le rayon du trafic colonial du Simplon, dans l'hypothèse Simplon-Brenner, serait à peu de chose près identique au rayon dévolu au St-Gothard, dans l'hypothèse St-Gothard-Brenner.

[34] Les lignes par Belluno et Tolmezzo traverseraient les Alpes vénitiennes près de Ampezzo par un souterrain qui aurait de huit à douze kilomètres de longueur, selon le tracé que l'on adopterait et l'altitude que l'on gravirait. Ce dernier facteur donnerait lieu au reste à une distance additionnelle que nous ne pouvons encore fixer exactement, mais qui absorberait pour ces lignes la majeure partie des avantages d'un trajet plus direct.

Cela dit, examinons la position respective du St-Gothard et du col oriental (Greina) vis-à-vis du Brenner.

On a :

Limite Greina-Brenner.

Limite orientale de la zône du trafic maritime dévolue au passage par la GREINA.

(PAR RAPPORT A LA CONCURRENCE VENISE-BRENNER.)

	A. Distances à partir de GÊNES. (PAR LE PASSAGE DE LA GREINA.)		B. Distances à partir de VENISE. (PAR LE PASSAGE DU BRENNER.)	
Kempten :	a) *Gênes*-Camerlata. . . .	202k,00	a) *Venise*, Vérone, Bormio . .	266k,00
	b) Camerlata-*Greina*, Coire-Lindau	290k,00	b) Bormio-*Brenner*-Innsbruck .	125k,00
	c) Lindau-*Kempten* . . .	92k,00	c) Innsbruck-*Kempten* . . .	166k,00
	d) Distance additionnelle pr la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du Greina [35]	127k,50	d) Distance additionnelle pour la traversée du Brenner et du col du Mutte (Tyrol) . .	160k,00
	Distances totales,	714 k,50		717k—

Le passage par la Greina dominerait, par conséquent, le point de nœud Kempten, et la limite des deux zônes Greina et Brenner serait sensiblement à trois kilomètres à l'est de cette ville.

Par rapport à Ulm, nous aurons :

Ulm :	a) *Gênes*-Camerlata	202k,00	a) *Venise*, Vérone, Bormio .	266k,00
	b) Camerlata, *Greina*, Lindau .	290k,00	b) Bormio-*Brenner*-Innsbruck	125k,00
	c) Lindau-Friedrichshafen, *Ulm*	125k,00	c) Innsbruck-Munich-Augsbourg-*Ulm*	329k,00
	d) Distance additionnelle pour tenir compte de la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et de la Greina . .	127k,50	d) Distance additionnelle pour tenir compte de la traversée du Brenner. . .	93k,00
	Distances totales,	744k,50		813k—

L'avantage de trajet en faveur de la direction Greina serait de soixante-huit kilomètres environ et la limite entre les rayons Greina et Brenner se trouverait environ à trente-quatre kilomètres à l'orient de Ulm vers Augsbourg.

35 Greina, 67k,5; Brenner, 93 k.; Mutte, 67 k. environ.

Passant au St-Gothard, nous aurons :

Limite St-Gothard-Brenner.

Limite orientale du rayon de trafic colonial dévolu au passage par le St-Gothard.

(PAR RAPPORT A LA CONCURRENCE VENISE-BRENNER.)

Lindau :

A. **Distances à partir de GÊNES.** (PAR LE PASSAGE DU ST-GOTHARD.)		B. **Distances à partir de VENISE.** (PAR LE PASSAGE DU BRENNER.)	
a) *Gênes*-Camerlata. . . .	202k,00	*a*) *Venise*-Vérone-Bormio. . .	266k,00
b) Camerlata-*St-Gothard*-Zurich	231k,50	*b*) Bormio, *Brenner*, Innsbruck	125k,00
c) Zurich, Romanshorn, *Lindau*	125k—	*c*) Innsbruck-Kempten, *Lindau*.	258k,00
d) Distance additionnelle pour difficultés de la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard	151k,00	*d*) Distance additionnelle pour difficultés de la traversée du Brenner et du col de la Mutte.	160k—
Distances totales,	709k,00		809k,00

Par rapport à Lindau, l'avantage de parcours en faveur du Saint-Gothard serait de cent kilomètres; la limite des deux rayons Brenner et St-Gothard pourrait être admise, en conséquence, à cinquante kilomètres au nord-est de Lindau vers Kempten.

Par rapport à Ulm, on a :

Ulm :

a) *Gênes*-Camerlata. . . .	202k,00	*a*) *Venise*, Vérone, Bormio . .	266k,00
b) Camerlata-*St-Gothard*-Zurich	231k,50	*b*) Bormio, *Brenner*, Innsbruck.	125k,00
c) Zurich, Schaffouse, *Ulm* *	241k—	*c*) Innsbruck-Kempten, *Ulm*. .	254k,00
d) Distance additionnelle pour tenir compte de la difficulté d'exploitation résultant de la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard .	151k—	*d*) Distance additionnelle pour tenir compte de la difficulté d'exploitation de la traversée du Brenner et de la Mutte	160k,00
Distances totales,	825 kil.		805k—

Le rayon du St-Gothard s'arrêterait, en conséquence, à dix kilomètres environ au sud-ouest de Ulm.

* Cette distance est calculée en supposant le trajet par le chemin de ceinture du lac de Constance, Schaffouse-Friedrichshafen, 80 k.

La jonction des deux points limite trouvés sur les lignes Friedrichshafen-Ulm et Kempten-Lindau, nous donne sensiblement la limite orientale du rayon de trafic dévolu au St-Gothard vis-à-vis de la concurrence du Brenner.

Conclusions préliminaires, St-Gothard, Greina.

On voit que le St-Gothard construit seul desservirait la Suisse orientale de préférence au Brenner, à l'exception toutefois des vallées méridionales des Grisons qui seraient toujours alimentées directement depuis l'Italie. En Allemagne, le St-Gothard perdrait par rapport à la Greina une zône très importante, qu'acquerrait la ligne du Brenner, à savoir: la partie sud-ouest de la Bavière et une portion très considérable du Wurtemberg. Par comparaison des surfaces, et en tenant compte de la densité moyenne des populations de ces contrées, on arrive à défalquer du rayon du St-Gothard une superficie de 75 milles carrés qui correspond à une population de 340,000 âmes, à raison de 4500 âmes par mille carrés. (Voir l'annuaire statistique de Gotha.)

Lignes de démarcation des zônes du trafic colonial par rapport à la concurrence des ports de la mer du Nord.

Jusqu'à présent nous avons établi le rayon de trafic colonial des lignes italo-suisses, en tenant compte uniquement de la concurrence des lignes alpines ou autres qui débouchent vers les ports de la Méditerranée. Il importe cependant de faire entrer dans nos appréciations l'influence que doivent exercer incontestablement les ports de l'Atlantique et de la mer du Nord. L'alimentation coloniale par ces ports, n'a pas lieu partout avec la même facilité. Les villes de *Rotterdam* et d'*Anvers* sont mieux situées que *Brême* pour le commerce transatlantique, mais elles subissent par contre l'influence des douanes allemandes. Du Havre à Appenweyer, la distance est de 745 kilomètres environ, par la ligne Paris-Strasbourg. Depuis Anvers au même point, nous aurons une distance de 548 kilomètres seulement par Bruxelles-Namur-Luxembourg et Nancy; de 640 kilomètres par Cologne et les lignes rhénanes. Cette dernière distance est peu différente de celle que l'on trouve entre Rotterdam et Appenweyer. Depuis Bremerhafen enfin, par Hanovre, Cassel, Giessen et Francfort, nous aurons jusqu'à Appenweyer un trajet de près de 760 kilomètres.

En calculant les rayons de trafic des lignes alpines par rapport à Brême, nous trouvons que l'équidistance entre Gênes et Brême serait

sensiblement à 40 kilomètres au midi de Appenweyer. En effet pour la distance Gênes-Bâle nous avons obtenu 701 kilomètres par le Simplon et 715 kilomètres par le St-Gothard. De là jusqu'à Appenweyer, nous avons 133 kil. La distance Gênes-Appenweyer devient donc de 834 à 848 kilomètres, à savoir de 74 à 88 kilomètres plus forte que la distance Bremerhafen-Appenweyer (760 k.). En partageant cette différence on trouve le chiffre de 44 kilomètres, lequel, reporté au midi d'Appenweyer, nous donne l'équidistance cherchée entre Gênes et Bremerhafen.

Plus à l'orient la situation devient relativement favorable au port italien. Nous avons vu que la distance Gênes-Ulm serait sensiblement de 800 kilomètres par le St-Gothard ou par la Greina (St-Gothard 825 k., Greina $744^{k},_{50}$). Depuis Ulm à Bremerhafen, ou à une distance de 850 kilomètres par Bruchsal, Heidelberg, Francfort, Giessen, Cassel et Hanovre, de 890 kilomètres par Augsbourg, Nuremberg, Cobourg et Cassel. Le point limite des deux zônes serait de 53 kilomètres au nord de Ulm pour la Greina. Le St-Gothard pourrait dépasser aussi Ulm, *par rapport à la concurrence de Brême*, mais nous avons vu d'autre part qu'il se trouverait arrêté à dix kilomètres déjà avant Ulm, par la concurrence du *Brenner*.

Ces données nous conduisent à fixer la limite de trafic colonial, dans les deux hypothèses St-Gothard et Greina, comme elle est consignée sur la carte nº 1. La ligne bleue et la teinte rose déterminent la zône du passage oriental; la ligne bleue et la teinte violette la zône du St-Gothard.

A ce dernier sujet, nous devons encore quelques explications.

Si nous avons choisi pour notre comparaison le port de Bremerhafen en lieu et place du port d'Anvers, mieux situé au point de vue des distances, c'est en ayant égard surtout à la plus grande facilité qu'aurait le port allemand, à raison des droits d'entrée qui frappent l'importation coloniale depuis les pays étrangers, la France et la Belgique.

Par rapport aux contrées allemandes, les ports italiens se trouvent à la vérité dans une position analogue que les ports français et belges. Ils auraient aussi à compter vis-à-vis de Brême avec les douanes allemandes. Si l'on introduisait ce facteur dans la comparaison, le rayon de trafic des passages alpins serait réduit encore et rapproché de la frontière suisse.

Cette position en apparence défavorable des ports italiens, sera compensée, selon toute probabilité, par l'accroissement d'importance et d'activité qui résultera pour les places commerciales et maritimes de la Méditerranée aprés l'achèvement du canal de Suez. Il est permis d'espérer qu'étant situés sur la route directe des Indes, ces ports prendront vis-à-vis de ceux de l'Atlantique et de la mer du Nord une prépondérance, laquelle, bien que n'étant pas majeure, compensera cependant la charge des tarifs douaniers. La marchandise, arrivant à Gênes et à Marseille à des prix inférieurs pourrait supporter le droit d'entrée à la frontiére allemande, sans dépasser le prix de la marchandise fournie à Brême, et en restant en dessous de la marchandise fournie par Anvers, Rotterdam et Amsterdam.

En ce qui concerne ces derniers ports, il est à remarquer que leur influence existerait surtout vis-à-vis du trafic italien qui se dirigerait vers l'extrême ouest de l'Allemagne, soit vers les bords du Rhin. Au fur et à mesure que l'on s'approche de l'Orient, soit de Ulm, les distances depuis Anvers deviennent plus grandes, tandis que les distances par rapport à Gênes n'augmentent guère. Ces données sont de nature à justifier que nous ayons fait abstraction dans nos calculs des ports de la Manche, pour nous occuper plus exclusivement de la concurrence de Brême [37].

[37] Il est très admissible que les ports italiens débitent à l'avenir la marchandise coloniale à des prix inférieurs que les ports de l'Atlantique et de la Manche. Actuellement, les marchandises des Indes font déjà la concurrence à la production américaine ; il faut donc que les prix premiers des produits indiens soient inférieurs, puisqu'ils peuvent faire un surplus de parcours de près de 10.000 kilomètres sur mer. A l'avenir, c'est-à-dire après l'établissement du canal de Suez, la position des Indes, par rapport à l'alimentation européenne, sera infiniment meilleure et pourra profiter aux ports de la Méditerranée. Si nous faisons abstraction même de cet élément, si nous supposons que la production indienne élève dans une certaine mesure ses prix actuels : si nous partons de l'unique hypothèse que le trafic indien passera à l'avenir par la Méditerranée, nous trouvons par rapport à Gènes et à Anvers une différence de parcours sur mer de 2500 kilomètres environ. Au taux $^1/_2$ centime par kilomètre, ce parcours supplémentaire se traduit par un surplus de coût de 12 fr., lequel correspond à son tour à un surplus de parcours de 150 à 300 kilomètres par un chemin de fer. On peut donc admettre que les ports italiens seront, par rapport aux Indes, au bénéfice de ce surplus de parcours de 150 à 300 kilomètres vis-à-vis des ports d'Amsterdam et Anvers, *grevés comme eux d'un droit d'entrée en Allemagne*, et qu'ils seront vis-à-vis de Brême au bénéfice d'un chiffre coût de 12 fr. qui compenserait sensiblement le droit d'entrée en Allemagne. Cette démonstration confirme la base de laquelle nous sommes parti, en faisant abstraction de la concurrence des ports de la Manche et en ne tenant compte en faveur de Bréme des droits d'entrée de la marchandise provenant des ports italiens.

Les calculs de distances que nous venons de faire nous ont conduit vers un premier résultat consigné sur la carte nº 1 : D'une part nous avons fixé la zône qui serait dévolue au *St-Gothard* supposé construit à l'exclusion des deux autres passages italo-suisses; cette zône limitée à l'occident par la concurrence de Marseille, à l'orient par le champ de trafic du Brenner, se trouve représentée au moyen de la teinte violette.

D'autre part nous avons obtenu une nouvelle zône, bien plus grande que la première et comprenant l'ensemble des surfaces teintées sur notre carte. Cette nouvelle zône serait dévolue *à la combinaison de deux lignes extérieures Simplon et Greina*, combinaison mise en opposition avec l'établissement d'une ligne centrale par le St-Gothard.

Si nous avons jugé opportun d'anticiper sur nos conclusions, en posant dès à présent un programme qui nous est inspiré par l'étude impartiale de la question ; si le lecteur a pu deviner que la véritable et rationnelle solution du problème du passage des Alpes suisses entraîne dans notre esprit l'établissement de deux lignes faciles douées d'un trafic abondant, en lieu et place d'une artère difficile dont la zône commerciale serait trés mitigée: nous ne pensons cependant pas d'abandonner la tâche de comparer au passage central l'un ou l'autre des tracés extérieurs pris isolément. Nous le pensons d'autant moins qu'à cette comparaison se rattache plus essentiellement l'examen de l'intérêt que présente chaque ligne pour les populations desservies; car il se peut fort bien que telle ou telle contrée suisse ou allemande appartienne *éventuellement* à la zône du passage central, en supposant celui-ci construit seul, et que néanmoins cette zône aurait eu intérêt à l'établissement d'une ligne extérieure ; en d'autres termes et pour fixer un exemple nous dirons que les villes de Saint-Gall et de Coire appartiendraient au rayon du St-Gothard plutôt qu'au rayon du Brenner, et cependant il ne viendra à l'idée de personne de soutenir que ces villes n'aient pas un immense intérêt à l'établissement du passage oriental par la Greina. Ainsi donc si notre teinte violette indique les contrées qui seraient desservies par le St-Gothard, cela n'implique nullement qu'ils auraient un avantage à être desservies de ce côté plutôt que par l'une ou l'autre des lignes extérieures.

Examen des zônes de trafic colonial au point de vue de l'intérêt des populations.

Pour fixer les idées à ce dernier égard, le moyen le plus simple qui se présente consiste à partir de l'hypothèse *des trois lignes établies*, et à chercher dans cette hypothèse les limites entre la zône qui resterait au passage central et celles qui seraient dévolues aux lignes extérieures. Il est évident que tout ce qui ne sera pas situé dans la zône du passage central aura intérêt à l'établissement de l'une ou de l'autre des lignes extérieures, car les zônes mêmes sont établies en vue de cet intérêt, soit en partant du système des équidistances.

Abordant cette nouvelle comparaison, et mettant en parallèle le *St-Gothard* avec le *Simplon*, nous trouvons sur les lignes Langnau-Lucerne, Olten-Aarau-Lucerne, et Bâle-Waldshut les points de démarcation ci-après :

Limite St-Gothard Simplon.

Limite occidentale du rayon du trafic colonial dévolu au passage du St-Gothard par rapport à la concurrence du Simplon.

Distances à partir du port de GÊNES.

Langnau-Lucerne :

A. PAR LE PASSAGE DU SIMPLON.		B. PAR LE PASSAGE DU ST-GOTHARD.	
a) *Gênes* - Novi - Alexandrie, Novare, Gozzano . . .	177k,00	*a*) *Gênes*-Novi, Pavie, Milan, Camerlata	202k,00
b) Gozzano - Domo - Dossola, *Simplon*, Brigue-Sion .	143k,00	*b*) Camerlata - Biasca, *St-Gothard*, Fluelen, Lucerne .	249k,50
c) Sion-Lausanne-Fribourg-Berne-*Langnau* . . .	227k,00	*c*) Lucerne-*Langnau*	55k,00
d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, et du Simplon	66k,00	*d*) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard	151k,00
Distances totales,	613,00 kil.		657k,50

La distance Gênes-Langnau étant de 45 kilomètres plus forte par le St-Gothard que par le Simplon, on est conduit à fixer la limite de trafic des deux passages à 22 $^1/_2$ kilomètres à l'orient de Langnau vers Lucerne.

Par rapport à Olten, nous avons :

Olten-Aarau, Olten-Lucerne.

a) *Gênes*-Gozzano	177k,00	a) *Gênes*-Camerlata	202k,00
b) Gozzano, *Simplon*, Sion .	143k,00	b) Camerlata, *St-Gothard*, Lucerne	249k,50
c) Sion, Lausanne, Neuchâtel-*Olten*	259k,50	c) Lucerne-*Olten*	55k,00
d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, et du Simplon	66k,00	d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard.	151k,00
Distances totales,	645,50 kil.		657k,50
		Et par Zurich,	686k,50

En vertu de cette comparaison, la limite des deux zônes Simplon et St-Gothard serait à six kilomètres environ au midi d'Olten vers Lucerne et à vingt kilomètres à l'orient d'Olten vers Zurich.

Prenant en dernier lieu la place de Bâle, soit le tronçon Bâle-Waldshut, nous avons :

Bâle-Waldshut.

a) *Gênes*-Gozzano	177k,00	a) *Gênes*, Milan, Camerlata. .	202k,00
b) Gozzano, *Simplon*, Sion .	143k,00	b) Camerlata-*St-Gothard* Zurich	270k,00
c) Sion, Lausanne, Neuchâtel, Olten, *Bâle*	298k,50	c) Zurich, Turgi, Waldshut, *Bâle*	101k,00
d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du Simplon et du Hauenstein (18k,00)	84k,50	d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard	151k,00
Distances totales,	703k,00		724k,50

L'avantage de parcours de 21_{k50} que l'on rencontre par rapport à Bâle, en se servant du Simplon, plutôt que de la ligne St-Gothard-Zurich-Waldshut, nous conduit à fixer la limite de la zône du Saint-Gothard à onze kilomètres environ à l'orient de Bâle vers Waldshut.

La réunion des divers points de délimitation ainsi obtenus nous donne, pour les zônes de trafic colonial du Simplon et du St-Gothard, la limite des teintes bleue et violette de notre carte n° 1.

Passons maintenant à la comparaison du St-Gothard avec le passage oriental par la Greina.

On a :

Limite St-Gothard Greina.

Limite orientale du rayon de trafic colonial dévolu au passage du St-Gothard par rapport à la concurrence de la Greina.

Distances à partir de GÊNES.

Zurich :

A. PAR LE ST-GOTHARD.		B. PAR LA GREINA.	
a) *Gênes*, Milan, Camerlata .	202k,00	*a*) *Gênes*, Milan, Camerlata . .	202k,00
b) Camerlata, *Saint-Gothard*, Zoug	251k,50	*b*) Camerlata, *Greina*, Coire . .	190k,00
c) Zoug, *Zurich*	39k,00	c) Coire, Sargans, Weesen, *Zurich*	127k,50
d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard	151k,00	*d*) Distance additionnelle pour difficulté de la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et de la Greina	127k,50
Distances totales,	623k,50		647k,00

La ville de Zurich aurait un avantage de parcours de 24 kilomètres par le St-Gothard; mais à Walisellen, situé à 8 $^1/_2$ kilomètres au nord-est de Zurich, la position devient plus favorable au passage oriental, car la distance de ce dernier point au port de Gênes deviendrait de $(647^k_{00} - 8^k_{50}) = 638^k_{50}$ par la Greina et de $(623^k_{50} + 8^k_{50}) = 632^k_{00}$ par le St-Gothard. Vu le faible écart qu'il y aurait pour la ville de Zurich dans les deux hypothèses, on peut admettre qu'elle serait également bien desservie par l'une ou par l'autre ligne.

Le point de bifurcation Walisellen étant faiblement dominé par le St-Gothard, on pourrait attribuer néanmoins au passage oriental une position d'égalité pour tout le trafic colonial passant par les lignes de Winterthour et de Schaffouse-Constance. Par rapport à cette dernière ville, la Greina prend cependant une supériorité marquante à raison du trajet plus direct par Rorschach et le chemin de ceinture du lac de Constance. Nous obtenons, en effet, les distances comparatives suivantes :

Constance et ligne Constance-Appenweyer.

a) *Gênes*, Milan, Camerlata .	202k,00	*a*) *Gênes*, Milan, Camerlata . .	202k,00
b) Camerlata, *St-Gothard*, Zoug	251k,50	*b*) Camerlata, *Greina*, Coire .	190k,00
c) Zoug. Zurich, Schaffouse, *Constance*	145k,00	c) Coire, St-Margrethen, *Constance*	124k,00
d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et du St-Gothard	151k,00	*d*) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin et du mont Cenere et de la Greina	127k,50
Distances totales,	729k,50		643k,50

Différence de 86 kilomètres en faveur de la Greina. Cette position de la ville de Constance a une très grande importance à cause de la ligne directe sur *Appenweyer-Strasbourg*, qui se bifurque vers le milieu de la ligne Constance-Schaffouse. Cette ligne serait évidemment dominée par le passage oriental.

Si nous admettons que Walisellen (638^{k}_{50} de Gênes) est dans le rayon du passage par la Greina, et si nous partons d'autre part par la ligne St-Gothard-Turgi-Waldshut (668^{k}_{5} de Gênes) vers *Schaffouse*, nous trouvons un dernier point d'équidistance sur le tronçon Waldshut-Schaffouse à 10 kilomètres vers l'occident de cette dernière ville.

A l'aide des données que nous venons de développer, on arrive à fixer la limite entre les rayons de trafic colonial St-Gothard et Greina. Cette limite est indiquée sur la carte nº 1 par les teintes bleue et violette. Nous jugeons inutile d'insister ici sur la position relative des cantons suisses du *Tessin* et des *Grisons*. Le Tessin est sensiblement neutre vis-à-vis des deux lignes St-Gothard et Greina; par contre, les Grisons ont évidemment intérêt à l'établissement du dernier de ces deux passages.

Notre comparaison ne serait pas complète si nous n'envisagions pas isolément l'une ou l'autre des lignes extérieures au point de vue de l'avenir commercial, soit du rayon que chacune desservirait, étant supposée construite *seule* entre le Mont-Cenis et le Brenner. Les calculs qui précèdent ont pu donner, en effet, une appréciation des zônes *qui auraient avantage à être desservies* par le Simplon ou par la Greina plutôt que par le St-Gothard. Mais de même qu'il résulte de ces calculs un très grand écart entre la surface desservie par le passage central *avantageusement*, par rapport aux deux tracés voisins italo-suisses et entre la surface desservie avantageusement par rapport à la concurrence de Marseille et du Brenner; de même aussi nous trouvons pour chacune des lignes extérieures Simplon et Greina un rayon relativement étendu, si nous la supposons construite seule, à l'exclusion des autres tracés, ainsi que nous l'avons fait, par exemple, pour le St-Gothard.

Nous connaissons déjà, à l'ouest, la limite entre le trafic colonial de Gênes acquis au Simplon et celui en partance de Marseille, et

nous savons que le trafic de Gênes serait limité sensiblement au territoire suisse.

En considérant maintenant la zône du Simplon vers l'orient, eu égard à la concurrence du Brenner, nous obtenons les distances comparatives ci-après :

Limite Simplon - Brenner.

Limite orientale du rayon de trafic colonial dévolu au passage du Simplon par rapport à la concurrence du Brenner.

St-Margrethen et vallée du Rhin :

A. **Distances depuis GÊNES.** (PAR LE PASSAGE DU SIMPLON.)		B. **Distances depuis VENISE.** (PAR LE PASSAGE DU BRENNER.)	
a) *Gênes*, Gozzano, *Simplon*, Sion	320k,00	*a*) *Venise*, Vérone, Bormio-*Brenner*, Innsbruck . . .	391k,00
b) Sion, Lausanne, Neuchâtel. Olten, St-Gall, *St-Margrethen*	430k,00	*b*) Innsbruck, Kempten, Lindau, *St-Margrethen*.	279k,00
c) Distance additionnelle pour difficultés de la traversée de l'Apennin et du Simplon	66k,00	*c*) Distance additionnelle pour la traversée du Brenner et de la Mutte	160k,00
Distances totales,	816k,00		830k,00

L'avantage de parcours que nous trouvons de ce côté en faveur du passage du Simplon placerait, à l'exception du Tessin et de la partie méridionale des Grisons, la Suisse entière dans le rayon du trafic colonial de ce passage; la station de St-Margrethen forme, en effet, du côté du Brenner, le point de clef pour la Suisse orientale et la vallée du Rhin.

Par rapport à Ulm, nous avons :

Ulm :

a) *Gênes*, Gozzano, *Simplon*, Sion	320k,00	*a*) *Venise*, Vérone, Bormio, *Brenner*-Innsbruck . . .	391k,00
b) Sion, Lausanne, Neuchâtel, Olten. Waldshut, Schaffhouse.	348k,90	*b*) Innsbruck, Kempten, *Ulm* .	254k,00
c) Schaffhouse, Friedrichshafen, *Ulm*	185k,00	*c*) Distance additionnelle pour la traversée du Brenner (93k) et de la Mutte (67k) . . .	160k,00
d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin et du Simplon	66k,00		
Distances totales,	919k,90		805k,00



Vis-à-vis du Simplon, la ville d'Ulm serait située évidemment dans le rayon du Brenner. L'équidistance, dans les deux sens ou la limite entre les deux rayons respectifs, se trouverait à cinquante-sept kilomètres au midi d'Ulm, sur la ligne Ulm-Friedrichshafen.

Plus à l'occident d'Ulm, le Simplon n'aurait plus à lutter avec la concurrence de Venise et du Brenner, mais bien avec celle des ports de la mer du Nord. La ligne de délimitation de ce col passe au midi de Appenweyer, ainsi que nous l'avons trouvé précédemment, et la limite du trafic colonial du Simplon devient par là sensiblement identique avec la limite septentrionale du rayon du St-Gothard. *La zône du Simplon comprendrait donc la Suisse entière, à l'exception du Tessin et d'une faible partie des Grisons; au nord de la Suisse, elle serait peu différente de la zône du St-Gothard et ne perdrait, par rapport à ce dernier passage, qu'une très faible partie du sud-ouest de la Bavière*, environnant Lindau (surface environ 40 milles carrés, et population 180,000 âmes).

Examinant maintenant la position d'une ligne alpine par la Greina, supposée seule établie, nous connaissons déjà la limite orientale entre la Greina et le Brenner; il ne nous restera, par conséquent, à nous occuper que de la concurrence de Marseille.

Sous ce dernier rapport, nous aurons :

Limite occidentale de la zône du trafic colonial dévolu au passage de la GREINA *par rapport à la concurrence de Marseille.*

Limite Greina - Marseille.

Olten :

A. **Distances à partir de MARSEILLE.** (PAR GENÈVE ET CULOZ.)		B. **Distances à partir de GÊNES.** (PAR LE PASSAGE DE LA GREINA.)	
a) *Marseille*, Lyon	350k,00	*a*) *Gênes*, Milan, Camerlata . .	202k,00
b) Lyon, Genève.	169k,00	*b*) Camerlata, *Greina*, Coire . .	190k,00
c) Genève, Neuchâtel, *Olten*	215k,50	c) Coire, Sargans, Zurich, Turgi *Olten*.	190k,50
		d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et de la Greina	127k,50
Distances totales,	734k,50		710k,00

D'après ce calcul, la Greina pourrait étendre le rayon de son trafic colonial jusqu'à douze kilomètres vers l'occident à partir d'Olten, c'est-à-dire jusqu'au milieu du tronçon Olten-Herzogenbuchsée. En commandant Olten avec 24 kilomètres d'avance, la Greina dominerait aussi, par rapport à Marseille, la place de Bâle (766^k de Marseille et 748^k par la Greina, Turgi et Waldshut).

Le passage oriental commanderait de cette manière le sud-ouest de l'Allemagne, à savoir la rive droite du Rhin, soit le chemin de fer badois. Toutefois, comme la Greina présenterait, par rapport à Bâle et Gênes, un excès de longueur de 33 à 47 kilomètres sur le St-Gothard ou sur le Simplon, on est conduit à reculer légèrement vers le midi la ligne de démarcation entre le trafic de Gênes par la Greina et le trafic en partance de Brême.

Vers Langnau et Berne, nous aurons :

Berne :	a) *Marseille*, Lyon	350k,00	a) *Gênes*, Camerlata	202k.
	b) Lyon, Genève.	169k,00	b) Camerlata, *Greina*, Coire . .	190k,00
	c) Genève, Lausanne, Berne, *Langnau*	195k,00	c) Coire, Sargans, Zurich, Lucerne, *Langnau*	249k,00
			d) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apennin, du mont Cenere et de la Greina	127k,50
	Distances totales,	714k,00		768k,50

La limite entre le rayon du trafic colonial de Marseille et celui acquis au port de Gênes par la Greina se trouverait sensiblement à 27 kilomètres à l'orient de Langnau vers Lucerne.

En tirant par le point ainsi obtenu et par un autre point situé à sept kilomètres à l'orient de Herzogenbuchsée, une ligne consignée en rouge pointillé sur notre carte, on obtient la démarcation occidentale de la zône de trafic qui serait dévolue au port de Gênes, en supposant construit le passage par la *Greina*, à l'exclusion du St-Gothard et du Simplon.

Nous avons épuisé maintenant notre comparaison des trois passages italo-suisses au point de vue du *trafic colonial*. Avant d'aborder le paragraphe qui traite du trafic continental, il nous incombe de fixer dans l'esprit du lecteur les principaux faits qui ressortent de nos calculs précédents.

Nous déduisons de ces calculs et des résultats graphiques consignés sur la carte n° 1 ces conclusions :

Conclusions sur la position des trois lignes Simplon, St-Gothard et Greina, au point de vue du trafic colonial.

Intérêts des populations.

1° *Le St-Gothard* (supposé construit seul, à l'exclusion du Simplon et de la Greina) *laisserait au port de Marseille le trafic colonial pour l'occident de la Suisse et pour le canton de Berne. D'un côté, la ville de Gênes perdrait dans cette éventualité l'alimentation coloniale d'une population de plus d'un million d'âmes; d'autre part, cette portion importante de la population suisse n'a aucun intérêt à l'établissement d'une ligne centrale, puisqu'elle resterait, comme elle l'est actuellement déjà, tributaire de Marseille.*

2° *Vis-à-vis de l'une ou de l'autre des lignes extérieures italo-suisses, le St-Gothard ne présente un faible intérêt que pour la zône consignée en bleu sur la carte n° 1. Cette zône comprend les cantons de la Suisse primitive, la partie la moins industrielle des cantons de Zurich et d'Argovie, la majeure partie de Lucerne et le val Leventina dans le Tessin, soit en tout une population de 485,000 âmes environ* [38]. Le restant du canton du Tessin peut être considéré comme étant neutre vis-à-vis du St-Gothard ou du Greina, de même que le canton de Schaffouse et la vallée de la Thur, (canton de Zurich); cette dernière *à raison du faible écart des distances par rapport à Gênes et à l'une ou l'autre des deux directions St-Gothard et Greina. Cette population neutre est de 250,000 âmes.*

3° *La population suisse intéressée au passage du Simplon comprend les cantons de Genève, Valais, Vaud, Fribourg, Neuchâtel, Berne, Soleure, Bâle-Ville et Campagne et une faible partie des cantons d'Argovie et de Lucerne, soit en tout un nombre de 1,275,000 âmes* [39]. *La population suisse intéressée au passage oriental (Greina) comprend les cantons de Grisons, Glaris, Appenzell, St-Gall, Thurgovie et la rive orientale du lac de Zurich, en tout un nombre de 525,000 âmes* [40].

4° *Du côté de l'Allemagne, la zône intéressée au passage central*

[38] Cantons primitifs : Uri, Schwytz, Unterwald et Zug, 104,579 âmes; Lucerne (sauf une partie de l'Entlibuch) 110,000 âmes; Zurich (sauf la rive orientale du lac et la vallée de la Thur) 100,000 âmes; Argovie (sauf une partie du Frikthal) 150,000 âmes; val Leventina dans le Tessin 15,000 âmes.

[39] Genève 83,545 âmes; Valais 90,880 âmes; Vaud 213,606 âmes; Neuchâtel 87,847 âmes; Fribourg 105,970 âmes; Soleure 69,527 âmes; Berne 468,516 âmes; Bâle-Campagne 51,773 âmes; Bâle-Ville 41,251 âmes, et une partie d'Argovie et de Lucerne 75,000 âmes.

[40] Grisons 91,177 âmes; Glaris 33,459 âmes; St-Gall 181,091 âmes; Appenzell 60 mille 624 âmes; Thurgovie 90,347 âmes; Val Bleino dans le Tessin et la rive orientale du lac de Zurich, environ 70,000 âmes.

(St-Gothard) plutôt qu'à l'une ou l'autre des lignes extérieures, Simplon ou Greina, ne comprend guère que ce petit triangle indiqué sur notre carte en bleu, ayant pour base un faible tronçon de la ligne de Bâle à Constance, aux environs de Waldshut. La superficie de ce triangle ne dépasse pas 30 milles carrés géographiques, et sa population peut être estimée, à raison de 4000 habitants par mille carré (moyenne des cercles badois du Haut-Rhin et du Lac) à 120,000 âmes environ. La population allemande totale intéressée aux deux lignes extérieures est de 1 ³/₄ million environ, et se trouve répartie sur 380 milles carrés [41].

Intérêts de l'entreprise financière.

Si maintenant nous envisageons la question au point de vue plus spécial de *l'entreprise financière* et de sa productivité, et si nous considérons à ce point de vue *isolément* chacune des trois lignes, nous pouvons conclure :

5° *Que la zône de trafic colonial dévolue au passage central, supposé seul construit, est très inférieure à la zône de l'une ou de l'autre ligne extérieure, supposée également construite à l'exclusion des autres tracés italo-suisses. Cette conclusion résulte de la simple inspection de la carte n° 1. On voit en effet que le Simplon, en faisant entrer dans le rayon du trafic colonial partant de Gênes, les cantons de Berne, Bâle, Soleure et la Suisse occidentale, desservirait la Suisse entière, à l'exception du Tessin et des vallées méridionales des Grisons, et qu'en Allemagne il ne perdrait, par rapport au St-Gothard, que la superficie relativement faible comprise entre la ligne rouge pointillée et le bord de la teinte violette à droite de la carte n° 1. D'autre part, le passage de la Greina ferait gagner au commerce génois une partie importante de l'Allemagne (teinte rose à droite ou à l'orient de la teinte violette), cela en échange d'une zône très faible des cantons de Berne et de Soleure, que ce passage perdrait à l'occident, sur le St-Gothard, et abandonnerait au commerce de Marseille.*

[41] Pour l'évaluation de la population et de la superficie des contrées suisses, nous avons pris les données de la carte Dufour et les résultats du recensement de 1860. Les superficies des zônes allemandes sont calculées sur la carte, et la population correspondante est évaluée en prenant pour base le chiffre de 4500 âmes par mille carré. Ce chiffre paraît plutôt trop faible, car en réalité nous avons *Bade :* moyenne, 4804 ; cercle du Lac, 3034; Haut-Rhin, 4597; Rhin moyen, 6039. *Wurtemberg :* moyenne, 5041 ; cercle de la Forêt-Noire, 5439; Jaxt, 4460; Danube, 3305; Neckar, 8274. *Bavière :* Souabe, 3283.

6° *Le rapport des populations desservies, sous les diverses hypothèses, s'obtient comme suit :*

		Superficie. Milles carrés.	Population Ames.
D. SIMPLON, construit seul entre le mont Cenis et le Brenner.	En Suisse	625	2,350,000.
	En Allemagne	245	1,100,000
	Total,	870	3,450,000

(Excepté, en Suisse, le Tessin et la moitié des Grisons.)

		Superficie. Milles carrés.	Population Ames.
E. ST-GOTHARD, construit seul entre le mont Cenis et le Brenner.	En Suisse	360	1,350,000
	En Allemagne	285	1,280,000
	Total,	645	2,630,000

(Excepté, en Suisse, la moitié des Grisons, la majeure partie des cantons de Berne et de Soleure et la Suisse occidentale.)

		Superficie. Milles carrés.	Population Ames.
F. GREINA, construit seul entre le mont Cenis et le Brenner.	En Suisse	340	1,200,000
	En Allemagne	360	1,620,000
	Total,	700	2,820,000

		Superficie. Milles carrés.	Population Ames.
G. *Combinaison.* Simplon-Greina.	En Suisse	670	2,475,000
	En Allemagne	380	1,710,000
	Total,	1050	4,185,000

(A l'exception, en Suisse, de la partie méridionale des Grisons et d'une faible partie du Tessin.)

7° *En partant des chiffres ci-dessus, on peut affirmer qu'à coût d'établissement égal l'une ou l'autre des lignes extérieures, Simplon ou Greina, serait infiniment préférable au passage central par le St-Gothard. Au point de vue de l'intérêt public, la Greina desservirait un aussi grand nombre de population suisse que le St-Gothard, tout en laissant de côté, comme ce dernier passage, la Suisse occidentale et le canton de Berne. La population de ces dernières contrées, qui égale presque la moitié de la Suisse entière, n'a donc, au point de vue du trafic colonial, aucun intérêt au St-Gothard ou à la Greina, car elle resterait après l'établissement de l'un de ces passages, comme*

dans le statu quo actuel, tributaire de Marseille. Au point de vue d'une spéculation purement financière, l'une ou l'autre des lignes extérieures, prise isolément, aurait dans son rayon une population plus intense que le St-Gothard et donnerait lieu par là à une plus grande source de trafic, tout en assurant un débouché plus abondant au commerce génois. Parmi les trois passages, le Simplon seul paraît le plus préférable, car il desservirait le plus fort chiffre de population et pourrait prétendre seul à l'alimentation de la Suisse entière.

Nous terminons ici le paragraphe si important du trafic colonial des passages alpins suisses. Aprés les développements qui précèdent, la position respective des trois lignes ne semble guére douteuse. En résumant les principaux faits acquis dans ce paragraphe pour aider à la mémoire du lecteur, nous ne voulons pas anticiper cependant sur la partie de notre ouvrage spécialement destinée aux conclusions. Nous passons maintenant à l'examen des passages alpins au point de vue du trafic continental entre l'Italie et le Nord.

§ 3. Trafic relatif.—Marchandises de provenance continentale.

Trafic relatif. — Marchandises de provenance continentale.

Pour déterminer les zônes devolues aux passages alpins suisses, en ce qui concerne le *trafic continental* des marchandises entre l'Italie et le Nord et vice-versa, nous suivrons toujours la méthode développée et appliquée dans les deux paragraphes qui précèdent. De même que pour le trafic colonial, nous prendrons ici encore pour base de nos appréciations le calcul des distances, soit des *distances virtuelles*, que l'on obtient en introduisant, à côté de la longueur absolue d'un tracé, un parcours supplémentaire, fonction des déclivités d'un passage ou de son altitude. Nous ne jugeons pas utile de revenir ici encore sur les détails de notre méthode et sur les coëfficients de réduction que nous avons adoptés. Mais avant d'entrer dans nos calculs proprement dits, nous devons fixer quelques faits généraux, dont l'examen nous permettra de simplifier le cadre de nos recherches subséquentes.

Données générales.

Le *trafic continental* entre l'Italie et le Nord ne se trouve plus arrêté au delà des Alpes, par la concurrence des ports allemands et

néerlandais, comme le trafic colonial. Sauf quelques réserves, on peut admettre que la zône des passages alpins Italo-suisses s'étendrait indéfiniment vers le nord jusqu'à la mer, et que cette zône ne serait limitée, qu'à l'orient par le rayon de la ligne rivale du Brenner, à l'occident par le champ de trafic dévolu au Mont-Cenis. La simplification qui résulte de ce fait pour nos recherches se trouve cependant contrebalancée par d'autres influences qui tendent à compliquer la question.

Dans le chapitre précédent nous avons pu partir, pour nos calculs des distances virtuelles, de points de départ invariables, tels que *Gênes* pour les lignes du Mont-Cenis, Simplon, St-Gothard et Greina, *Venise* pour le Brenner et *Marseille* pour les chemins de fer du sud-est de la France. Le trafic continental n'admet plus des aboutissants aussi rigoureux que le sont les grands ports de mer pour l'alimentation coloniale. Les points de départ varient ici à l'infini, tant au nord des Alpes que vers le midi, et semblent donner lieu aussi par leur nombre à une infinité de zônes. C'est en vue de cette difficulté sans doute, que quelques auteurs ont cru devoir résumer leurs recherches par des tableaux, donnant pour chaque passage alpin les distances des principales cités italiennes, par rapport aux villes françaises et allemandes. Ce moyen est apparemment plus simple pour l'auteur, mais il renferme pour le lecteur quelque difficulté, car il n'est pas aisé de se former une opinion en consultant une pareille table de logarithmes. Nous croirions donc le procédé peu concluant, alors même qu'il n'eut pas été basé, dans les ouvrages auxquels nous faisons allusion, sur le système erroné des *distances absolues*, en lieu et place du mode plus rationnel des *distances virtuelles*.

A raison du caractère peu clair d'une argumentation par tableaux, nous avons préféré nous servir encore pour le trafic continental d'une démonstration graphique, et nous avons consigné à cet effet nos recherches sur la carte nº 2, annéxée à notre ouvrage. Si ce procédé semble au premier abord soulever quelques difficultés, nous avons pu apporter par l'étude plus méthodique des simplifications qui nous permettent de traiter la question sans aboutir à un nombre considérable de zônes de trafic.

Comparaison St-Gothard-Greina au point de vue des intérêts publics.

En effet, si nous jetons un regard sur la carte de l'Italie et sur son réseau de voies ferrées, nous remarquons deux faits saillants. Au nord de la Péninsule et dans la proximité presque immédiate du versant

méridional des Alpes, la ville de Milan forme un point central du réseau lombard et un *point de passage forcé* pour tout le trafic passant par l'une ou l'autre des lignes alpines du *St-Gothard* et de la *Greina*. Pour établir la position respective des deux passages il suffirait donc que nous partions de Milan ou même de Biasca, point de séparation des deux lignes, en calculant les distances virtuelles dans chaque sens. Or, en partant de Gênes pour le trafic colonial, nous avons du passer par Milan et Biasca également. Évidemment la position relative des deux lignes St-Gothard et Greina ne change pas si l'on défalque de chacune d'elles un parcours constant Gênes-Milan ou Gênes-Biasca. Nous pouvons conclure de ce fait que la limite entre les zônes du *St-Gothard et de la Greina est, pour le trafic continental de l'Italie entière*, analogue à celle que nous avons trouvée pour le trafic colonial en partance de Gênes. La Suisse orientale (cantons de Grisons, St-Gall, Glaris, Appenzell et Thurgovie) est interessée plutôt au passage de la Greina, de même qu'une notable partie du canton de Zurich (rive orientale du lac). Les villes de Zurich et de Winterthur, la vallée de la Thur et le canton de Schaffouse sont sensiblement neutres. En Allemagne, la zône du Gothard est limitée à 10 kilomètres environ à l'occident de Schaffouse et à partir de là vers le nord par le bord de la teinte bleue de la carte n° 1.

Comparaison St-Gothard – Simplon au point de vue des intérêts publics.

La position respective du *St-Gothard et du Simplon* est moins simple à établir puisque les deux lignes n'ont plus un point de passage forcé vers le nord de la Péninsule. Les rayons de trafic continental des deux passages deviendraient par là assez différents selon que l'on choisirait en Italie des points de départ plus ou moins rapprochés de l'un ou de l'autre tracé alpin. Sans entrer encore dans le domaine des chiffres on peut affirmer que le nord-est de l'Italie (Lombardie et Vénétie) a un très faible intérêt pour le St-Gothard, tandis que le Piémont et la partie occidentale de la Lombardie seraient beaucoup mieux desservies par le Simplon.

Zônes italiennes.

Plus au centre de la Péninsule, la ville de Bologne forme actuellement la clef de toute l'Italie méridionale. Il semble au premier abord que nous pourrions partir de Bologne pour établir nos calculs des distances virtuelles dans les deux hypothèses. Mais cette situation changera complètement après la mise en exploitation de la ligne qui

longe le littoral ligurien entre Livourne et Gênes. Selon tonte probabilité, nous aurons alors dans l'Italie centrale et méridionale deux zônes très distinctes, séparées par les monts Apenins et les Abbruzzes, comprenant: l'une, *orientale*, les bords de l'Adria depuis Ancône jusqu'à Otrante; l'autre le *littoral ouest* de la Péninsule et les plaines plns importantes qui s'étendent de la chaîne centrale vers la Méditerranée.

La division en deux zônes se trouve motivée snrtout par les obstacles qu'oppose la traversée de l'*Apenin*, et par le caractère difficile des lignes actuellement construites ou de celles qui sont destinées à franchir cette chaîne. Pour fixer les idées il ne sera pas inutile que nous choisissions un exemple. Nous prendrons à cet effet comme point de départ la ville de Empoli, la mieux située par rapport au réseau oriental.

De Empoli à Milan la distance par Bologne est de 381 kilomètres environ, sans tenir compte de la longueur additionelle résultant de la traversée de l'Apenin qui s'opère à l'altitude de $618,_{50}$ mètres entre Bologne et Pistoya. Par la ligne du littoral ouest, c.-à.-d. par la Spezzia et Gênes, nous trouvons un trajet sensiblement analogue, c.-à.-d. 365 kilomètres, en nous servant pour le parcours la Spezzia-Gênes de distances mesurées selon la carte à grande échelle. Dans les deux directions on traverse l'Apenin, mais les altitudes sont très différentes (345 mètres entre Gênes et Novi et 618 mètres entre Pistoya et Bologne) de telle sorte qu'entre les parcours additionels de 35 et de 62 kilomètres il y a un différence de 27 kilomètres qui grèverait encore la ligne de Bologne. On est donc conduit à supposer que le trafic des contrées débouchant par Empoli et se dirigeant vers le nord (ou vice-versa) choisira toujours de préférence la direction par Gênes. Cette assertion a un caractère d'autant plus vraisemblable que la ville de *Empoli*, située en dehors de l'artère principale, se dirigeant vers le sud-ouest de la Péninsule, est dans une position relativement avantageuse par rapport à Bologne. Si nous prenons par exemple *Pise* qui forme la clef pour les lignes de Rome et de Naples, nous trouverons la direction de Bologne grévée d'un surplus de parcours de 60 kilomètres outre le surplus qui résulte de la culmination différente de la traversée de l'Apenin. En ce qui concerne ce dernier facteur il est à remarquer encore que les obstacles de la chaîne aug-

mentent au fur et à mesure que l'on se rapproche du midi [42]) du réseau italien.

De ces calculs, nous croyons pouvoir inférer avec certitude *que le trafic entre le nord des Alpes et la zône occidentale à l'Apenin passera toujours par Gênes.* Ce fait désormais acquis est pour nous d'une très grande importance. Il nous permet d'attribuer aux deux passages alpins Simplon et St-Gothard, vis-à-vis de la zône italienne située à l'ouest de l'Apenin et au midi de Novi et de Gênes, une position analogue à celle que nous avons trouvée en établissant les zônes du trafic colonial. De même que pour le trafic colonial *partant de Gênes*, le Simplon devient avantageux par rapport au trafic continental *passant par Gênes,* se dirigeant sur l'ouest de la Suisse, sur les cantons de Berne, Soleure et Bâle, et sur l'ouest de l'Allemagne (partie dominée par le chemin de fer badois). Nous ne croyons pas avoir besoin d'insister ici encore sur l'importance relative du trafic continental qui passerait par Gênes. Nous nous bornons à dire que la zône occidentale à l'Apenin contient les plus grands centres italiens, les villes de *Gênes, La Spezzia, Livourne, Florence, Pise, Siene, Rome, Civita, Naples et Salerne,* sans mentionner, plus au nord, la ville de *Turin,* qui se trouve dans une position particulière et particulièrement intéressée au passage du Simplon.

En ce qui concerne la *zône orientale de l'Italie,* nous pourrons partir de *Bologne* et même de *Milan* pour établir nos équidistances par rapport aux deux passages Simplon et St-Gothard. Depuis cette derniére ville, la distance de Langnau est de 465 kilomètres par le *St-Gothard* (compris la distance additionnelle de 116 kilomètres pour la traversée du mont Cenère et du St-Gothard), et 465 kilomètres aussi par le *Simplon* (compris 31 kilométres de distance additionelle pour la traversée du dernier col). On peut donc placer la limite entre les zônes des deux passages sensiblement à Langnau (frontière bernoise). Plus au nord nous trouvons pour la distance *Milan-Olten* encore 465 kilomètres par le St-Gothard et 495 kilomètres par le Simplon. Le rayon de ce dernier passage, par rapport à Milan et à l'Italie orientale, serait par conséquent arrêté à 15 kilomètres à l'occident d'Olten et

[42] Le chemin de fer Pescara-Ceprano, long de 228 kilomètres, passera par Chieti, Popoli, Lalmora, Anversa, Giovani et Siculi et traversera l'Apenin à la culmination de 1100 mètres environ. Il passe ensuite par Celano, Avezanno, Rovela et Sora et se relie à la ligne de *Rome* à *Naples* à 120 kilomètres environ au nord de cette dernière ville.

perdrait les cantons de Bâle, de même qu'une faible partie de Soleure ; perte peu sensible en ce qui concerne le chiffre de la population suisse, mais plus importante eu égard à ce que le point Olten domine le trafic du Simplon en direction de l'Allemagne. Il est permis de supposer qu'en réalité, cette différence de 30 kilomètres n'empêcherait pas d'effectuer le trajet de Milan à Olten aussi bon marché par le Simplon que par le St-Gothard. Par nos chiffres de réduction, si modiques, en ce qui concerne les altitudes franchies et les difficultés d'exploitation des lignes à fortes pentes nous avons fait la part relativement belle à la ligne centrale.

Si nous examinons en dernier lieu la position de Turin et de la majeure partie du Piémont, par rapport aux deux passages, nous aurons pour le point de nœud *Turgi* (clef de l'Allemagne) les distances suivantes :

D. Par le Simplon. Distance.	Kilomètres.	**E. Par le St-Gothard.** Distance.	Kilomètres
Turin, Novare, Gozzano. . . .	130,0	*Turin*, Novare, Milan	134
Gozzano, *Simplon*, Sion. . . .	143	Milan, Camerlata	44
Sion, Lausanne, Neuchâtel, Olten	258,5	Camerlata, Biasca, *St-Gothard*, Zurich	270,5
Olten-*Turgi*.	35	Zurich-*Turgi*	28
Distance additionnelle (traversée du Simplon)	31	Distance additionnelle (traversée du St-Gothard et du Mont-Cenere)	116
Distances totales,	597,5		592,5

L'égalité presque complète des distances virtuelles dans les deux sens prouve que, par rapport à la station de Turgi, qui forme l'une des clefs de l'Allemagne, le St-Gothard ne présenterait aucun avantage sur le Simplon. Nous avons déjà vu qu'une semblable position d'égalité existait entre le St-Gothard et la Greina pour ce qui concerne le trafic entre l'Italie entière et la vallée de la Thur, soit la ligne Zurich-Schaffouse et ses aboutissants. Il ressort de ces deux faits acquis que, *même au centre de la Suisse, le St-Gothard ne présenterait, par rapport au Piémont, aucun avantage sur la combinaison des deux lignes Simplon et Greina,* si ce n'est pour les cantons de Uri, Schwytz, Unterwald et Zug, et pour une partie de Lucerne, contrées sur lesquelles à coup sûr on ne peut fonder de grandes espérances pour l'alimentation d'un chemin de fer. Il n'est pas nécessaire de mettre en balance d'autre

part les avantages que les deux lignes extérieures donneraient aux autres parties de la Suisse et de l'Allemagne.

En général on peut, après les développements qui précèdent, considérer comme définitivement acquis les chefs suivants :

1° Pour le trafic continental entre le PIÉMONT *et le Nord et vice-versa, le Simplon, pouvant étendre son rayon jusqu'à Turgi, est supérieur au St-Gothard au point de vue des intérêts de la population suisse et rhénane se trouve sur un pied d'égalité par rapport aux autres intérêts allemands ; la combinaison Simplon-Greina serait infiniment préférable au passage central pour la Suisse, la France et l'Allemagne entière.*

*2° Par rapport à l'*ITALIE OCCIDENTALE, *soit du trafic passant par Gênes, la position des deux lignes Simplon et Greina, vis-à-vis du St-Gothard, est analogue à celle que nous avons trouvée en ce qui concerne le trafic colonial. Le St-Gothard ne serait avantageux que pour cette faible zône teintée en bleu sur notre carte n° 1, comprenant la Suisse primitive, une partie des cantons de Zurich et d'Argovie et une faible portion du territoire badois. Ces contrées contiennent ensemble une population de 600,000 âmes. Toutes les contrées situées en dehors de cette zône ont un intérêt évident soit au Simplon, soit au passage oriental par la Greina.*

*3° En ce qui concerne les transactions entre le nord et l'*ITALIE ORIENTALE *nous avons vu d'abord que la position respective St-Gothard-Greina, restait la même, soit pour le trafic colonial, soit pour le trafic continental de l'Italie entière, et qu'à raison de ce fait la zône située à l'est de la teinte bleue de notre carte N° 1 n'avait point d'intérêt engagé à l'établissement d'un chemin de fer par le St-Gothard. Vers l'ouest et vis-à-vis du Simplon, la zône du St-Gothard serait faiblement aggrandie, et s'étendrait jusqu'à la frontière bernoise et jusqu'à 15 kilomètres à l'occident d'Olten, si toutefois nos calculs ne partent pas d'une prémisse trop favorable au passage central. La zône qui aurait avantage au St-Gothard par rapport à l'Italie orientale correspondrait sensiblement à la surface teintée en bleu sur notre carte N° 2.*

4° En resumé, au point de vue de l'intérêt des populations desservies avantageusement, le St-Gothard se trouve dans une infériorité très accentuée vis-à-vis de l'une ou de l'autre des lignes extérieures. Selon que nous considérons le trafic avec l'Italie orientale, avec le sud-ouest de la Péninsule et avec le Piémont les zônes qui ont avantage à la ligne centrale gagnent un peu de terrain, mais toujours elles restent

si insignifiantes, par rapport aux zônes extérieures, qui ont un intérêt évident au Simplon ou à la Greina, que nous pouvons affirmer que l'intérêt public penche évidemment pour les lignes extérieures, soit pour la combinaison Simplon-Greina, soit pour l'une de ces lignes prise isolément.

Comparaison Simplon - St - Gothard et Greina-St-Gothard au point de vue des intérêts de l'entreprise financière, soit de l'intensité du trafic continental.

Les conclusions qui précèdent partent plutôt du point de vue de l'intérêt des populations et se rapportent au *caractère d'utilité publique* des lignes alpines projetées. Pour compléter nos recherches sur le trafic continental, nous devons envisager aussi les trois tracés par le *Simplon*, le *St-Gothard* et la *Greina* sous une autre face, en considérant leur avenir commercial, soit les zônes qu'ils desserviraient au nord des Alpes sous diverses hypothèses.

Zônes italiennes.

Nous avons consigné le résultat de nos calculs dans ce sens, sur la carte n° 2, annexée à notre ouvrage, choisissant à cet effet les points de départ de : *Turin* pour le Piémont, *Novi* pour le sud-ouest de l'Italie, *Bologne* ou même *Plaisance* pour l'Italie orientale. Quant au nord-est de la Péninsule, notamment quant à la Vénétie, nous avons cherché une ligne de démarcation partant de *Vérone*. Nous devons observer, toutefois, que cette hypothèse est un peu trop favorable au passage par le Brenner, et que les lignes de démarcation, par nous trouvées entre les passages suisses et le Brenner, seraient reculées vers l'orient si l'on partait, par exemple, des environs de Crémone et de Brescia.

Afin d'éviter une trop grande complication du texte de notre ouvrage et de rendre le sujet moins aride, nous croyons pouvoir nous dispenser de transcrire ici les calculs des points d'équidistance. Nous avons suivi ce mode dans le paragraphe précédent pour donner au lecteur une idée de la façon de laquelle on doit procéder à notre avis. Au reste, les distances inscrites sur la carte permettront à chacun de vérifier nos lignes de démarcation, et nous ajoutons encore que nous ne craignons point une contestation à cet égard. Nous pouvons nous borner, par conséquent, à observer que nos calculs supposent achevées toutes les lignes ferrées qui sont actuellement en construction, et qu'ils tiennent compte en outre de quelques artères projetées, dont l'établissement semble être une conséquence forcée de la création des lignes alpines italo-suisses. Parmi ces dernières artères, nous avons déjà parlé de celle d'Innspruck à Kempten par le col de la Mutte. Nous mentionnons encore les lignes de *Ferrare* à *Padoue*, de *Crémone* à *Mantoue* et à *Parme*.

Les lignes *rouges* pleines ou pointillées de notre carte n° 2 s'appliquent aux rayons de trafic, dans l'hypothèse d'une ligne alpine par le Simplon; les lignes *bleues* au St-Gothard et les lignes *vertes* au passage oriental par la Greina. Pour obtenir les zônes dans l'hypothèse d'une combinaison Simplon-Greina, il suffira de prendre les lignes rouges et vertes de diverse nature, soit les lignes pleines par rapport à Novi et l'Italie occidentale; les lignes pointillées, par rapport à Bologne et à l'Italie orientale; les lignes à trait et point, par rapport à Turin et au Piémont, et les lignes à simples traits brisés, par rapport au nord-est de la péninsule, soit par rapport à la Vénétie.

Conclusions générales tirées de la carte n° 2.

Si nous reportons nos regards sur la carte n° 2 pour tirer des conclusions, nous saisissons ce premier fait fort naturel que les rayons de trafic au nord des Alpes gagnent une extension très notable : vers l'occident, dans l'hypothèse d'une ligne ferrée par le Simplon; vers l'orient, dans l'hypothèse du tracé par la Greina. Cet agrandissement notable de la zône desservie par les deux lignes extérieures, sur la zône du passage central, existe, quels que soient les points de départ choisis en Italie. L'influence qu'exercent ces points de départ sur les zônes au nord des Alpes n'intervient donc guère dans la position *commerciale relative* des trois lignes italo-suisses entre elles; mais elle détermine, par rapport à la concurrence du Brenner ou du Mont-Cenis, un déplacement général des zônes de tous les trois passages. Ainsi le trafic continental en partance de Bologne se présente plus favorablement aux passages suisses par rapport au Mont-Cenis, et moins favorablement par rapport à la concurrence du Brenner. Il s'en suit que les rayons de trafic du Simplon, du St-Gothard et de la Greina s'étendent dans cette hypothèse du côté de la France et qu'ils perdent du terrain au centre de l'Allemagne, à l'avantage du Brenner. Le cas inverse a lieu par rapport au point de départ Novi, clef de l'Italie occidentale.

En examinant la chose de plus près et en calculant des surfaces sur la carte n° 2 on trouve que le déplacement des zônes d'une même ligne, selon les points de départ italiens, n'apporte pas une modification notable quant à la surface du territoire desservi et dans les chiffres correspondants des populations. En vertu de ce résultat nous pouvons considérer pour la comparaison des trois lignes Italo-suisses, des *zônes moyennes*, par exemple celles qui résultent par rapport à

la partie la plus populeuse de la Péninsule soit *par rapport à Novi et le littoral ouest* (lignes pleines de notre carte).

Territoires et populations desservies sous diverses hypothèses de passages.

Par rapport à Novi, la zône septentrionale du Simplon comprendrait les Etats suivants :

	SUPERFICIE. — Milles carrés géographiques.	POPULATION. — Ames.	
ALLEMAGNE.			
1. Grand duché de Bade	278,06	1,335,952	
2. Wurtemberg	354,28	1,785,952	
3. Bavière (partie occidentale et Palatinat).........................	600,00	2,000,000	
4. Francfort, Brême, Hambourg et Lubeck	17,70	453,499	
5. Hesse-Darmstadt.................	152,70	845,571	
6. Hesse-Cassel....................	173,70	726,686	
7. Nassau..........................	85,50	449,050	
8. Prusse-Rhénane et Hohenzollern..	508,29	3,160,864	
9. Westphalie......	367,96	1,566,441	
10. Hanovre	698,66	1,843,976	
11. Oldenbourg......................	114,03	294,359	
12. Luxembourg.....................	46,60	197,281	
13. Holstein-Schleswig et Lauenbourg	341,00	1,004,473	
14. Brunswick	67,16	273,394	
15. Divers Etats, Hesse-Hombourg, duchés saxons, Reuss, Lippe, environ......................	194,36	1,062,502	
Total,	4000,00	17,000,000	17,000,000
FRANCE.			
1. Département du Haut-Rhin.......	69,68	499,442	
2. » du Bas-Rhin........	90,32	563,855	
3. » de la Moselle	110,90	451,152	
4. » de la Meurthe.......	117,09	424,373	
5. » des Vosges	106,89	405,708	
6. » de la Haute-Saône..	97.45	312,397	
7. » du Doubs	95,29	286,888	
8. » de la Meuse.........	113,28	305,727	
9. » de la Haute-Marne...	113,98	256,512	
10. » de la Côte-d'Or(partie)	80,00	200,000	
11. » du Jura (partie).....	45,00	150,000	
12. » des Ardennes........	95,36	322,138	
13. » de la Marne........	149,00	372,050	
14. » de l'Aube	111,01	261,673	
15. » de la Yonne (partie).	35,00	100,000	
16. » de l'Aisne	134,02	555,539	
17. » de l'Oise	105,98	396,085	
18. » de Seine-et-Marne (partie).........	75,00	250,000	
19. » de la Seine.........	8,64	1,727,419	
20. » de la Seine-Inférieure (partie)..	109,75	769,450	
A reporter,	1863,64	8,610,408	17,000,000

FRANCE *(suite).*				
	Report,	1863,64	8,610,408	17,000,000
21.	» de la Seine-et-Oise (partie).........	75,00	360,000	
22.	» du Nord...........	103,50	1,212,353	
23.	» du Pas-de-Calais....	120,92	712,846	
24.	» de la Somme.......	112,26	566,619	
25	» du Calvados (partie)	75,00	360,000	
26.	» de la Manche (partie)	55,00	300,000	
27.	» de l'Eure..........	107,75	404,665	
28.	» de l'Eure-et-Loire (partie).........	55,00	150,000	
29	» de l'Orne (partie)...	55,00	215,000	
	Total,	2623,07	12,891,891	
	Soit en chiffres ronds,	2650,—		13,000,000
PAYS-BAS.				
1. Belgique	....	536,61	4,671,187	
2. Hollande	....	594,55	3,324,135	
	Total,	1131,16	7,995,322	
	Soit en chiffres ronds,	1150,—		8,000,000

Les divers pays qui seraient desservis par le Simplon, par rapport à Novi et à l'Italie occidentale occupent donc une surface totale de 7,800 milles géographiques carrés, soit plus de 450,000 kilomètres carrés et une population de 38,000,000 d'âmes.

La position *du St-Gothard* serait différente. Sa zône par rapport à Novi, gagnerait en Allemagne (entre la ligne rouge pleine et la ligne bleue pleine) une surface de 300 milles carrés environ, dont on pourrait estimer la population à 1,400,000 âmes. La zône allemande du St-Gothard contiendrait donc une population totale de 18,400,000 habitants. Les Pays-Bas resteraient également acquis au passage central; mais du côté de la France, son rayon de trafic, passablement reculé vers le Rhin, s'étendrait sur onze départements seulement, dont cinq lui appartiendraient en entier. Ce sont les départements du *Haut-Rhin, Bas-Rhin, Meurthe, Moselle* et *Vosges*, les deux tiers des départements des Ardennes, de la Meuse et du Nord, le tiers de la Haute-Saône et de l'Aisne; en tout environ une superficie de 800 milles carrés et une population de 3,800,000 âmes. La population totale desservie par le St-Gothard au Nord des Alpes serait de 30,200,000 âmes environ.

La ligne orientale par la Greina, aurait du côté de la France une zône plus réduite encore. Elle desservirait à peine les quatre départements du *Haut-Rhin*, *Bas-Rhin*, de la *Meurthe*, de la *Moselle* et une partie des Vosges, soit une population de 2,200,000 âmes, ré-

partie sur un territoire de 450 milles carrés géographiques. La Greina conserverait cependant, comme le St-Gothard, les Pays-Bas. En Allemagne sa zône devient très étendue, tant à raison de la position orientale du col et de son rapprochement du Brenner, qu'en vue de l'influence des Monts-Bohémiens, qui obligent les artères concurrentes Brenner et Sœmmering à des lignes de circuit. Il est à remarquer toutefois, que la zône de la Greina par rapport à Novi, représentée par la ligne verte pleine de notre carte nº 2, ne peut être assimilée entièrement aux zônes du St-Gothard et du Simplon. En effet vis-à-vis de Munich les deux lignes Greina et Brenner sont sur un pied d'égalité, et tout le territoire situé à l'orient d'une ligne tirée de *Munich* à *Berlin*, limité par la ligne verte, subit la concurrence des deux lignes. Au delà de la ligne verte seulement la position du Brenner devient prépondérante. En vertu de ce cas particulier, et supposant la position Greina et Brenner égale par rapport à la zône mentionnée, nous n'attribuerons au passage suisse que la moitié de la population desservie en commun par lui et par le Brenner.

On arrive de cette manière à attribuer sensiblement au passage de la Greina *la Bavière presque entière* (sauf le cercle de la Basse-Bavière), les provinces *prussiennes de Saxe* et une partie *de Brandebourg*, les duchés *de Meklenbourg*, *Schwerin et Strelitz*, en tout 1750 milles carrés et 5,750,000 habitants. La zône desservie communément avec le Brenner comprend la presque totalité de la *Bohême*, le royaume de *Saxe*, les provinces prussiennes de la *Silésie* (moitié) et de *Posnanie*, de *Pomméranie*, de *Brandenbourg* (moitié) et *Prusse occidentale*[43] soit en tout une superficie de 3,500 milles géographiques et une population de 13,500,000 âmes, dont nous attribuerons 6,750,000 âmes, soit la moitié, à la zône de la Greina. Ce passage gagnerait donc par rapport au Simplon une population allemande de (5,750,000 + 6,750,000) = 12,500,000 âmes et par rapport au Gothard environ 11,100,000 âmes.

En résumé on peut estimer la population allemande desservie par la Greina à (17,000,000 + 12,500,000) = 29,500,000 âmes. La

[43] Royaume de *Saxe*, superficie 271,83 milles carrés, population 2,122,148. *Bohême*, superficie 943,70 m., population 4,705,525 h. *Mecklenbourg, Schwerein et Strelitz*, superficie 293,61 m., population 646,267 h. *Prusse:* Prusse occidentale, 471,69 m., 1,135,658 h.; Posnanie, 536,21 m., 1,417,155 h.; Pomméranie, 576,72 milles, 1,328,381 h.; Silésie, 741,74 milles, 3,269,613 h.; Brandebourg, 734,14 milles, 2,329,996 h.; Saxe, 460,63 milles, 1,910,062 h. *Bavière*, 1384,98 milles, 4,615,748 habitants.

population totale comprise dans le rayon de ce passage, par rapport à Novi, est de près de 40 millions âmes (France 2,200,000 âmes; Pays-Bas 8,000,000 âmes; Allemagne 29,500,000 âmes). Cette population se trouve répartie sur une superficie de près de 10,000 milles carrés.

Deux faits saillants ressortent de notre examen: 1°) *La zône de l'une ou de l'autre des lignes extérieures (Simplon et Greina), prise isolément, est bien plus grande que la zône du St-Gothard;* 2°) *La zône des deux lignes (Simplon et Greina) combinées occupe presque une surface double de la zône du passage central.*

Si l'on songe que dans la dernière éventualité, (combinaison Simplon-Greina), le commerce entre l'Italie et le Nord aurait une bien plus grande facilité, vu que le St-Gothard n'accorderait un avantage qu'aux contrées peu industrielles de la Suisse centrale, et que pour les lignes extérieures l'avantage irait en croissant au fur et à mesure que l'on s'éloignerait de la zône indiquée en bleu sur notre carte n° 1; si l'on envisage ce fait désormais établi, on est conduit vers cette conclusion *qu'au point de vue du commerce continental le St-Gothard ne peut entrer sérieusement en lice, ni avec le Simplon ou avec la Greina, ni avec la combinaison des deux lignes.* En vertu de sa position topographique peu favorable, le passage central aurait toujours des zônes de trafic relativement limitées, par rapport aux deux lignes voisines. Ce désavantage ne pourrait être compensé que si la construction d'une ligne par le St-Gothard était plus économique que la construction d'une ligne par le Simplon ou par la Greina. Nous avons eu occasion déjà de donner à cet égard quelques indices, en décrivant les divers tracés. Nous reviendrons sur ce point plus en détail dans un chapitre suivant qui traitera du coût de la construction des trois lignes.

Avant de clore ce paragraphe nous devons observer encore que le trafic continental acquis à l'une ou à l'autre ligne ne peut être supposé entièrement proportionnel aux populations desservies, et encore moins à la superficie des zônes respectives.

Caractère industriel des contrées desservies

L'intensité de ce trafic dépend aussi du caractére plus ou moins industriel et productif des contrées qui rentrent dans le rayon d'une ligne, et surtout du caractère particulier de la production locale des pays mis en communication. Si la production agricole et industrielle des deux pays est analogue, l'échange sera moins important que si

l'un d'eux peut alimenter l'autre plus exclusivement de certains produits, et recevoir d'autres produits en échange. Ce dernier cas se présente pour le commerce futur entre l'Italie et les contrées situées au nord des Alpes, et il constitue une grande garantie pour la réussite financière des railways Italo-suisses. Cependant il découle aussi de là la nécessité d'envisager le trafic continental au point de vue du caractère particulier des contrées desservies.

Nous aurons occasion de nous livrer à quelques recherches à ce sujet, en évaluant dans le paragraphe 5 l'intensité numérique du trafic par les lignes Italo-suisses. Pour le moment nous nous bornons à observer que pour les principaux articles des transactions futures entre l'Italie et le Nord: les houilles, fers d'une part; les vins, riz, huiles et fruits d'autre part : les lignes extérieures, tout en faisant entrer dans le rayon du trafic continental les houilles du bassin de la Loire et les fers du Creuzot, ne peuvent se présenter pour les autres contrées d'une manière moins favorable que le St-Gothard. Nous avons vu en effet que le Simplon domine par rapport au St-Gothard, le point central Olten, et que la Greina se trouve sur un pied d'égalité vis-à-vis de Winterthur et de Schaffouse. Ces villes forment la clef de tout le trafic du St-Gothard vers le Nord, et la position où elles se trouvent vis-à-vis des diverses lignes alpines sera appliquable évidemment à l'Allemagne entière et à la rive gauche du Rhin, donc aux contrées industrielles de la Prusse Rhénane, aux houillères de la Saar et de la Ruhr. *D'un côté donc les lignes extérieures desservent des centres industriels aussi bien que le passage central, d'autre part ils ouvrent de nouveaux débouchés tant pour la production agricole de l'Italie que pour les houilles et les fers qui se dirigeront sur la Péninsule.* Pour ces derniers articles nous devons envisager encore la concurrence anglaise qui, selon toute probabilité, ne pourra être détruite entièrement, mais qui sera atténuée à raison de ce que des lieux de production plus nombreux seront acquis aux rayons des passages alpins Italo-suisses. *Cet argument parle encore en faveur des lignes extérieures contre le St-Gothard.*

Nous croyons avoir épuisé maintenant le sujet, et terminant ici notre comparaison des trois passages au point de vue du trafic continental des marchandises, nous allons aborder le paragraphe traitant du trafic des voyageurs.

§ 4. Trafic des voyageurs.

Trafic des voyageurs

Les recherches auxquelles nous venons de nous livrer sur la position relative qu'occuperaient les trois passages alpins suisses, par rapport au *trafic des marchandises*, partent uniquement de l'examen des distances et des conditions d'exploitation des divers tracés. En d'autres termes nous n'avons envisagé que le prix auquel la marchandise pourrait être livrée à sa destination, sans nous inquiéter de l'accélération plus ou moins grande que l'on atteindrait en se servant de l'une ou de l'autre des lignes projetées.

Ce mode de procéder nous paraît admissible pour le mouvement des grosses marchandises, de celles que l'on qualifie d'ordinaire de *petite vitesse*. On ne peut présumer en effet qu'un gain de quelques heures, sur le temps de parcours, exerce une influence marquante sur le choix de l'une ou de l'autre ligne alpine. Les règlements de transport qui sont actuellement en vigueur, accordent aux compagnies concessionaires de railways, des termes de 15 à 20 jours pour effectuer des transports. qui souvent ne dépassent pas un rayon de 100 kilomètres, et les compagnies usent parfois largement de cette faculté. En face de cette circonstance on ne doit pas trop s'inquiéter du gain ou de la perte de quelques heures, sur un parcours de plusieurs centaines de kilomètres, entre des stations aboutissantes telles que *Milan* et *Gênes* au midi; *Bâle* et *Zurich* au nord des Alpes.

Influence de la vitesse

Il en est autrement pour le *trafic des voyageurs*. Ici la vitesse du parcours interviendra d'une manière très prononcée. La preuve en est que la plupart des grandes lignes de l'Allemagne et de la France, ont pour les trains de vitesse des tarifs très différents. L'augmentation de tarif pour une même classe de voitures atteint souvent 40 pour cent. Or, malgré cette prestation onéreuse, les trains directs sont en général les plus fréquentés, et ils tendent à devenir de jour en jour plus usités sur les grandes lignes.

Les considérations qui précèdent s'appliquent essentiellement au mouvement des voyageurs, et par là à celui des bagages. Dans une limite plus restreinte elles concernent aussi le trafic des marchandises de grande vitesse.

Nous allons examiner, à ce nouveau point de vue, aussi les trois

tracés alpins suisses: *Simplon*, *St-Gothard* et *Greina*. Avant d'aborder cette tâche, nous devons fixer encore quelques données qui sont à la base de notre comparaison.

L'organisation des chemins de fer actuellement exploités, comporte en général quatre espèces de trains:

1° *Les trains à marchandises*, exlusivement adaptés au transport des dernières. La marche économique de ces trains, leur charge considérable, les nombreux stationnements et les manœuvres, conduisent à adopter un temps de parcours très long. [1]

2° *Les trains mixtes ou omnibus*, contenant des voyageurs et des marchandises. La marche de ces trains est encore en général fort lente.

[1] La vitesse réduite des locomotives sur les fortes rampes résulte de deux causes, dont l'une est fondamentale, et dont l'antre, plus directe, découle de la première. Ces causes sont: 1° *la production limitée des chaudières en vapeur*, soit en force motrice, par rapport au travail relativement considérable à effectuer sur les rampes; 2° *les petites roues* qu'ont les locomotives puissantes, dans le but d'obtenir avec une même manivelle un plus grand effort à la circonférence, soit un plus grand effet de traction.

Pour fixer les idées au sujet de la première cause, nous supposerons un train, pesant brut 200 tonnes, tender compris, remorqué d'une part sur une ligne droite avec déclivité moyenne de 5 pour mille; d'autre part, sur une rampe continue de 25 pour mille. Dans le premier cas, le poids de la locomotive pourrait n'être que de 20 à 25 tonnes, en supposant l'adhérence de 10 % et le coëfficient résistant dû aux frottements du mécanisme moteur de la locomotive = 15 ‰ ou 0,015, sans l'effet de la gravité 0,005. Dans la deuxième hypothèse et partant des mêmes conditions d'adhérence, la machine devrait peser environ 95 tonnes. On obtient dans les deux cas l'effort résistant et le travail à effectuer comme suit:

		A. Rampe de 5 pour mille et locomotive pesant 25 tonnes.	B. Rampe de 25 pour mille et locomotive pesant 95 tonnes.
a) Resistance de la locomotive:	Frottements du mécanisme.	0,015×25000k. = 375k.00	0,015×95000k. = 1425k.00
	Gravité.......	0,005×25000k. = 125k.00	0,025×95000k. = 2375k.00
b) Résistance du train:	Frottement de roulement..	0,004×200000k = 800k.00	0,004×200000k = 800k.00
	Gravité......	0,005×200000k = 1000k.00	0,025×200000k = 5000k.00

Effort resistant total a la circonférence des roues de la locomotive..................... 2300.00 kilogrammes ou 9600.00
et travail effectué par kilomètre parcouru............... 2,300,000.00 kilogrammètres ou 9,600,000.00
Soit un rapport comme 1 est a 4.

Nous savons que la vapeur, en agissant à la pression constante de 8 atmosphères, peut produire théoriquement par calorie environ $28_{,65}$ kilogrammètres. Il résulte de nombreuses expériences pratiques, qu'en introduisant d'une part l'action si favorable de la détente et en défalquant d'autre part les pertes de chaleur par le foyer et par la cheminée, et les pertes de force par suite de contre-pression de la vapeur dans les cylindres, les conduites d'échappement, frottements dans les conduites d'admission, on ne peut obtenir, dans les cas les plus favorables, que $24_{,65}$ kilogrammètres par calorie contenue dans le combustible, soit 184,875 kilogrammètres par kilogramme de bonne houille donnant environ

3° Les trains directs ne contenant que des voyageurs et s'arrêtant uniquement aux stations importantes. La vitesse de ces trains est de 45 à 50 kilométres à l'heure.

4° Les trains de grande vitesse, qui sont l'apanage exclusif de quelques lignes de premier ordre. La vitesse moyenne de ces trains atteint et dépasse souvent 60 kilométres à l'heure (en faisant entrer en ligne de compte les temps d'arrêt et le ralentissement pour l'arrivée et le départ).

Nous n'avons plus à nous occuper des trains à marchandises. Nous venons d'établir que la vitesse plus ou moins grande ne les affecterait guère.

7500 calories. Dans les deux hypothèses de chargement et de rampes ci-détaillées, il faudrait donc brûler par kilomètre parcouru :

Sur rampes de 5 pour mille ...... $\dfrac{2,300,000 \text{ kilog. métres}}{184,875 \text{ kilog. métres}} = 12,4$ kilogrammes.

Sur rampes de 25 pour mille ..... $\dfrac{9,600,000 \text{ kilog. métres}}{184,875 \text{ kilog. métres}} = 52$ kilogrammes.

de houille de bonne qualité. Selon la vitesse à laquelle on marcherait, cette dernière combustion de 52k.00 devrait s'effectuer dans un laps de temps plus ou moins restreint; ainsi, par exemple, dans 1 $^1/_2$ minute, en supposant la vitesse moyenne de 40 kilomètres en marche, soit de 30 kilomètres environ, compris les temps d'arrêt; dans *une* minute, en partant des vitesses de 50 à 60 kilomètres.

Or, cette dernière combustion n'est guère possible avec les moyens ordinaires de tirage et ne pourrait être obtenue, dans les locomotives les plus fortes actuellement construites, qu'à l'aide de moyens très compliqués qu'on a préféré éviter jusqu'à ce jour. En outre, il ne suffit pas seulement de brûler beaucoup de combustible dans peu de temps, il faut encore communiquer rapidement la chaleur développée à l'eau pour former la vapeur en suffisance. Cette dernière obligation a toujours formé une grande difficulté, car l'utilisation rapide de la chaleur dépend directement de la surface de contact de l'eau avec le foyer ou par les tubes (chaleur rayonnante). Par des combinaisons nombreuses, que nous ne pouvons décrire ici, on a tenté d'obtenir de grandes surfaces de chauffe, sans nuire à la stabilité des plaques tubulaires et tout en conservant une quantité suffisante d'eau en vue même de l'incrustation des tubes. Aujourd'hui, on est arrivé cependant sensiblement à la limite des perfectionnements, et, sauf quelques dispositions tendant à l'échauffement préalable de l'eau, on ne peut guère augmenter la production de vapeur sur une vaste échelle, qu'en *augmentant d'une manière considérable les dimensions et le poids de la chaudière, d'où excès de poids mort et condition plus défavorable encore quant au coût de la traction sur les rampes*, sans mentionner d'autres inconvénients plutôt pratiques, se rapportant en partie à la largeur de la voie, entrevoie, etc.

La vitesse réduite des convois sur les rampes étant donc une condition commandée dans l'intérêt d'une exploitation relativement normale, par l'insuffisance dans la production rapide de force motrice, on en a pris partout son parti et on a cherché à obtenir de la locomotive le plus grand effet utile pour la remorque en lui donnant des roues petites avec des manivelles relativement fortes, ce qui permet de faire mouvoir ces roues avec une charge relativement forte et sans aboutir à des cylindres de diamètre et course ex-

Quant aux *trains omnibus*, ils sont à raison de leur bon marché et de leur commodité pour le transport de marchandises supplémentaires et de leurs fréquents arrêts trés propres pour la circulation locale. Ils ont sous ce rapport une grande raison d'être sur la plupart des lignes, sans atteindre cependant au point de vue de la recette l'importance des trains accélérés.

Pour un tracé alpin les conditions seraient un peu différentes selon toute probabilité. La circulation locale serait sur ces lignes presque nulle, car on ne pourrait guère compter sur un grand mouvement de la part des populations éparses des vallées qui forment les aboutissants immédiats des cols. Si le mouvement des voyageurs pouvait avoir une certaine intensité sur ces lignes, c'est surtout et presque exlusivement en vue des touristes à grand parcours entre l'Italie et les pays situés à une certaine distance au nord des Alpes. *Les trains accélérés prendront dès lors une importance prépondérante et même exclusive dans l'exploitation d'une ligne Italo-suisse.*

L'établissement d'une ligne alpine suisse présenterait pour le mouvement des voyageurs un avantage incontestable puisqu'il permettrait de faire en peu d'heures un parcours qui exige actuellement de 10 à 15 heures. Mais sous ce rapport la position des trois tracés suisses est très différente. Le passage de chacun des trois cols: Simplon, St-Gothard et Lukmanier (Greina), exigerait une longueur plus ou moins grande de rampes plus ou moins prononcées. Les trois tracés que nous avons adoptés pour notre comparaison, supposent un maximum de déclivité de 26 pour mille qui serait atteint à peu de chose près partout. Mais si nous envisageons la longueur de ces rampes, nous trouvons entre les trois passages un très grand écart. Pour le passage du Simplon les déclivités de 20 à 25 pour mille n'existeraient

traordinaires, et tout en tirant encore un bon parti de la détente, si nécessaire à la marche économique. Les dimensions réduites des roues et des cylindres sont donc un résultat de la cause ci-expliquée (à savoir de l'insuffisance dans la production de la vapeur par rapport à la forte dépense de travail mécanique sur les rampes). Ces dimensions réduites constituent encore une cause directe de la marche plus lente de la locomotive. Car en faisant abstraction d'une dépense de vapeur trop considérable, qui résulterait pour un même effort de traction, d'un surcroit de vitesse, on rencontre encore un obstacle dans l'inconvénient d'une marche trop précipitée des pistons dans les cylindres. Il est évident qu'en voulant effectuer une même vitesse avec des roues plus petites, il faudrait un bien plus grand nombre de tours de roue et par conséquent un plus grand nombre de doubles révolutions, soit de va et vient, des pistons dans les cylindres. Or la vitesse des pistons se trouve limitée aussi et ne peut dépasser de certaines limites sans donner lieu à des inconvénients pratiques et sans compromettre la stabilité d'une machine et la régularité de sa marche.

que sur un versant et n'auraient qu'une longueur totale de 18 kilomètres. Les abords en rampe du St-Gothard et du mont Cenère occuperaient une longueur de 112 kilomètres, ceux du Greina de 54 kilomètres.

Or la vitesse des trains décroît rapidement sur les chemins fortement inclinés. Tandis que sur les lignes de plaine la vitesse normale des trains directs est comprise entre 45 et 55 kilomètres à l'heure (en tenant compte des arrêts), elle ne dépasse guère 30 kilomètres sur les chemins de montagnes; un écart analogue existe pour les trains omnibus. Ces derniers marchent à raison de 30—40 kilomètres sur les grandes lignes et ils atteignent à peine la vitesse de 20 à 22 kilomètres sur les rampes de 20 à 25 pour mille.

Pour appuyer notre assértion nous donnons dans le tableau suivant quelques indications tirées des horaires de lignes établies:

Tableau donnant les vitesses de parcours sur divers chemins de fer.

DÉSIGNATION DES LIGNES ou des TRONÇONS DE LIGNES.	Longueurs.	Déclivités.	TEMPS MOYEN DE PARCOURS		VITESSE MOYENNE A L'HEURE		OBSERVATIONS.
			Trains directs.	Trains omnibus.	Trains directs.	Trains omnibus.	
	Kilomèt.	En pour mille.	Heures et min.	Heures et min.	Kil. à l'heure.	Kil. à l'heure.	
A. Lignes de montagnes.							
1° Ulm-Geisslingen [Alp wurtembergeoise]	26	25 ‰	— 54	1 18	27,5	20,0	
2° Peyerbach-Murzzuschlag [Sœmmering]	42	25 ‰	1 22	2 08	30,0	21,5	
3° Gênes-Novi [Apenin]	53	20 à 35 ‰	1 37	2 30	32,0	22,0	
4° Chamousset-St-Michel [Mont-Cenis]	48	20 à 30 ‰	1 54	2 20	25,0	20,5	
5° Neuchâtel-Chaux-de-Fonds [Jura]	29	25 à 27 ‰	1 20	1 40	21,0	17,0	
6° Neuchâtel-Verrières [Jura]	40	15 à 20 ‰	1 20	1 35	30,0	25,5	
7° Hauenstein-Sissach-Læufelfingen [Jura]	8	17 à 20 ‰	— 22	— 33	22,0	14,5	
B. Lignes de plaines.							
8° Paris-Lyon	512	—	9 05 à 10 50	15 27 *	47,5 à 56,5	33,0	
9° Paris-Hâvre	229	—	4 45	7 30	48,0	30,0	
10° Paris-Strasbourg	503	—	10 10	14 41 *	49,5	34,5	
11° Cologne-Bruxelles-Anvers	243	—	4 55	6 19	49,0	32,0	
12° Berlin-Hambourg	285	—	6 16	8 55 *	46,0	33,0	Les parcours des trains ordinaires varient entre 7 h. 54 m. et 9 h. 56.
13° Paris-Cologne [par Erquelines]	508	—	11 25	18 35	44,5	27,5	Sans le Sœmmering, soit entre Vienne et Gloggnitz, 46 k.
14° Vienne-Trieste	590	—	15 09 *	23 45	39,0 *	25,0	

* Moyennes.

Comparaison Simplon - St - Gothard au point de vue de la vitesse

Ce tableau sert de confirmation à nos chiffres précédents.

Nous pouvons aborder maintenant la comparaison des trois passages alpins suisses, au point de vue du trafic des voyageurs. Nous commencerons notre examen par les deux passages du *Simplon* et du *St-Gothard*, et nous allons considérer avant tout le problème au point de vue de l'amélioration des communications.

Pour simplifier la question nous poserons de prime abord la prémisse la plus favorable au passage par le centre. Nous adopterons comme aboutissants des deux lignes du Simplon et du St-Gothard la ville de Milan au midi et le point de nœud Zurich au nord des Alpes. Ces deux points de passage sont forcés pour le tracé central. Quant au Simplon, il ne les emprunterait que pour le trafic entre l'Italie orientale et la faible partie de l'Allemagne méridionale, qui se trouve comprise entre le lac de Constance et la zône du Brenner. Pour tous les voyageurs partant de l'Italie occidentale; pour tous ceux en destination de la France et l'ouest de l'Allemagne, le Simplon présenterait une communication plus directe que le St-Gothard en laissant de côté Milan et Zurich.

Nous avons pour la distance *Milan-Zurich :*

D. Par le Simplon.

Distances.	Lignes de plaine.	Fortes rampes
a) *Milan*, Gallarate-Arona. . . .	61k.00	
b) Arona, Domo-Dossola	59k.00	
c) Domo-Dossola, *Simplon*, Brigue	17k.50	18k.50
d) Brigue, Sion . .	52k.00	
e) Sion, Lausanne, Neuchâtel, Olten, *Zurich* . .	322k.50	
Distances totales,	512k.00 + 18k.50 = 530k.50	

E. Par le St-Gothard.

Distances.	Lignes de plaine.	Fortes rampes.
a) *Milan*, Camerlata	44k.00	
b) Camerlata, Mont-Cenere, Biasca	32k.50	53k.50
c) Biasca, *St-Gothard*, Fluelen .	10k.00	95k.50
d) Fluelen, Zug, *Zurich*	79k.50	
	166k.00 + 149k.00 = 315k.00	

Si nous évaluons maintenant la durée du parcours dans chaque hypothèse, c'est-à-dire par l'une ou l'autre ligne, nous aurons pour les *trains directs*, en leur supposant une vitesse de 50 kilomètres à

l'heure sur le parcours en plaine et de 30 kilométres à l'heure sur les fortes rampes :

Par le SIMPLON. Parcours MILAN-ZURICH.	1° Parcours sur lignes faciles à raisou de 50 kilomètres à l'heure	512k.00 =	10h. 14m.
	2° Parcours sur déclivités de 20 à 25 pour mille, à raison de 30 kilomètres à l'heure	18k.50	00h. 36m.
	Durée totale du parcours *Milan-Zurich*		10h. 50m.
Par le ST-GOTHARD. Parcours MILAN-ZURICH.	1° Parcours sur lignes faciles à raison de 50 kilomètres à l'heure	166k.00	3h. 20m.
	2° Parcours sur lignes difficiles à raison de 30 kilomètres à l'heure	149k.00	5h. 00m.
	3° Mauœuvre sur cinq doubles rebroussemeuts à raisou de six minutes. . . .		1h. 00m.
	Durée totale du parcours *Milan-Zurich*.		9h. 20m.

En vertu de ce calcul la ligne du St-Gothard parait donc plus avantageuse que la ligne du Simplon par rapport à Milan et à Zurich et pour ce qui concerne la *durée* du parcours des voyageurs. Il est à présumer cependant qu'il n'en serait pas tout à fait ainsi en réalité. Notre calcul part de l'hypothése d'un service parfaitement régulier. Or, si nous tenons compte des difficultés d'exploitation d'une ligne par le St-Gothard, qui comporte 149 kilomètres de parcours avec rampes jusqu'à 26 pour mille, et qui gravirait l'altitude considérable de 1346 mètres ; si nous considérons d'autre part que la ligne par le Simplon en ne s'élevant qu'à 750 métres au dessus du niveau de la mer, ne serait point exposée aux obstacles climatériques si redoutables dans les Alpes, qu'elle ne présenterait sur son parcours qu'une longueur insignifiante avec fortes déclivités, et se trouverait exempte de moyens compliqués tels que lacets à rebroussement ; si nous pesons ces avantages et les inconvénients inhérents au passage central, nous devons

conclure que le service des voyageurs serait par la ligne du Simplon infiniment plus sûr, plus régulier et par là aussi plus rapide que par le St-Gothard. Il est donc à présumer que la ville de Zurich serait au point de vue de la vitesse du parcours aussi bien placée vis-à-vis du Simplon que vis-à-vis du St-Gothard, par rapport à Milan et en conséquence par rapport à l'Italie orientale, à l'Allemagne d'autre part. En ce qui concerne cette dernière assertion il suffit de regarder la carte pour se persuader que nulle ville est mieux située que Zurich pour le débouché du St-Gothard sur l'Allemagne. Au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'occident la position du Simplon devient de plus en plus favorable, ainsi que nous allons le voir.

La ville de *Turgi* forme une autre clé pour l'Allemagne, en dominant la ligne de Waldshut à Schaffouse. Par le *Simplon* la distance *Milan-Turgi* est de 502 kilomètres, dont 18 $^1/_2$ kilomètres de ligne à fortes déclivités. Par le St-Gothard nous avons $343,_{00}$ kilomètres, dont 149 kilomètres de lignes avec rampes exceptionelles jusqu'à 26 pour mille. La comparaison des vitesses nous donne le résultat suivant :

Par le SIMPLON. Parcours MILAN-TURGI.	1° Parcours en lignes faciles $483,_5$ kilomètres, à raison de $50^{k.00}$ à l'heure	9^h	40^m
	2° Parcours en lignes difficiles $18,_5$ kilomètres, à raison de $30^{k.00}$ à l'heure	0^h	36^m
	Durée totale du parcours,	10^h	16^m
Par le ST-GOTHARD. Parcours MILAN-TURGI.	1° Parcours en lignes faciles $194,_{00}$ kilomètres, à raison de $50^{k.00}$ à l'heure	3^h	54^m
	2° Parcours en lignes difficiles 149 kilomètres, à raison de $30^{k.00}$ à l'heure	5^h	00^m
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements	1^h	00^m
	Durée totale du parcours,	9^h	54^m

On voit par ces chiffres comparatifs que la durée du parcours *Milan-Turgi* serait sensiblement égale par le Simplon et par le St-Gothard. Un calcul analogue nous conduit à trouver un avantage de 32 minutes en faveur de la voie du Simplon pour le parcours *Milan-Olten* et *Milan-*

Bâle (Simplon, distance 467 kilomètres ; temps de parcours, $9^{h.}$ $30^{m.}$ St-Gothard, distance 348,50 kilomètres ; temps de parcours, 10 h.).

Mais si, au point de vue de la vitesse de parcours, la position des deux lignes paraît sensiblement égale par rapport à *Turgi*, un peu plus favorable au St-Gothard par rapport à *Zurich*, et favorable au Simplon par rapport à *Olten,* nous devons observer que le choix du point de départ *Milan* n'est pas concluant pour la partie occidentale de l'Italie, ni pour le trafic des voyageurs dans la direction de la France. Dans cette nouvelle hypothèse le passage du Simplon prend une prépondérance très marquée. Pour fixer les idées à ce sujet nous poserons deux exemples. D'abord nous partirons de Gênes ou de Novi, villes qui donneront, ainsi que nous l'avons vu, la clé de l'Italie occidentale une fois que la ligne du littoral ligurien entre Gênes et la Spezzia sera achevée. Nous prouverons qu'à partir de *Gênes* ou de *Novi,* le voyageur pourrait être rendu à *Zurich* aussi rapidement par le Simplon que par le St-Gothard, et que cette dernière ligne, étant débordée aux pieds des Alpes, n'aurait aucun avantage de vitesse pour la Suisse orientale et pour l'Allemagne, par rapport à la partie la plus importante de l'Italie. D'autre part nous établirons l'infériorité très marquée du passage central, pour la rapidité des communications entre la *France* et Milan, soit entre la France et *l'Italie entière.* A ce dernier effet nous allons calculer, dans les deux hypothèses de passages, la durée du parcours *Paris-Milan.*

Entre *Novi* (Gênes) et *Zurich* on a les distances suivantes :

D. Par le Simplon.			**E. Par le St-Gothard.**		
Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.	Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) Novi, Alexandrie, Valence, Mortara, Novare, Gozzano	124k.00		*a) Novi,* Tortona, Pavie, Milan, Camerlata . . .	149k.00	
b) Gozzano, Domo-d'Ossola, *Simplon,* Brigue, Sion	121k.50	18k.50	*b)* Camerlata, Biasca, *St-Gothard,* Fluelen . . .	42k.50	149k.00
c) Sion, Lausanne, Neuchâtel, Olten, *Zurich* . .	322k.50		*c)* Fluelen, Zug, *Zurich*	79k.00	
Distances totales,	571k.00 + 18k.50 = 589k.50			270k.50 + 149k.00 = 419k.50	

Comparant les durées de parcours nous aurons :

Par le **Simplon.** Parcours NOVI-ZURICH.	1° Parcours sur lignes faciles à raison de 50 kilomètres à l'heure	571k.00	= 11h. 24m.
	2° Parcours sur lignes difficiles à raison de 30 kilomètres à l'heure	18k.50	0h. 36m.
	Durée totale du parcours *Novi-Zurich*		12h. 00m

Par le **St-Gothard.** Parcours NOVI-ZURICH.	1° Parcours sur lignes faciles à raison de 50 kilomètres à l'heure	270k.50	5h. 24m
	2° Parcours sur lignes difficiles à raison de 30 kilomètres à l'heure.	149k.00	5h. 00m.
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements . . .		1h. —m.
	Durée totale du parcours *Novi-Zurich*		11h. 24m.

La faible différence de 36 minutes en faveur du St-Gothard, peut être négligée, si l'on tient compte d'une part de la faculté qu'ont les lignes de plaine à augmenter leur vitesse dans une certaine mesure et si d'autre part on envisage la position des lignes de montagnes, toujours peu favorable pour un service régulier. Enfin nous croyons avoir fait le compte large au passage central en évaluant à 6 minutes seulement la perte de temps qu'entrainerait la manœuvre de chaque rebroussement, l'arrêt et le ralentissement préalable de train.

Etablissons maintenant la supériorité incontestable du *Simplon* quant à la rapidité des communications entre l'Italie et la France, de même qu'entre l'Italie et la Suisse occidentale.

Entre *Milan* et *Paris* on a :

D. Par le Simplon.

Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) *Milan*, Gallarate, Arona . . .	61k,00	
b) Arona, Domo-Dossola, *Simplon*, Brigue, Sion .	128k,50	18k,50
c) Sion, Lausanne, Chavornay . .	119k,00	
d) Chavornay, Jougne, Pontarlier		55k,00
e) Pontarlier, Mouchard, Dijon, Montereau, *Paris*.	455k,00	
Distances totales.	763k,50	73k,50 =
	837k,00	

E. Par le St-Gothard.

Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) *Milan*, Camerlata	44k,00	
b) Camerlata, Biasca, *St-Gothard*, Fluelen Lucerne	100k,50	149k,00
c) Lucerne, Olten, Bâle-Mulhouse	108k,50	18k,50
d) Mulhouse-Vesoul, Port-d'Atelier, Chaumont, Flambonin, *Paris*.	491k,00	
	744k, +	167k,50 =
	911k,50	

Comme durée du trajet par l'une ou l'autre ligne on a :

Par le **Simplon.** Parcours MILAN-PARIS.	1° Parcours sur lignes faciles 763k,50 à raison de 50k,00 à l'heure . . .	15h. 16m.
	2° Parcours sur lignes difficiles 73k,50 à raison de 30 k,00 à l'heure . . .	2h. 27m.
	Durée totale du parcours *Paris - Milan*,	17h. 43m.

Par le **St-Gothard.** Parcours MILAN-PARIS.	1° Parcours sur lignes faciles 744k,00 à raison de 50k,00 à l'heure . . .	14h. 52m.
	2° Parcours sur lignes difficiles 167k,50 à raison de 30k,00 à l'heure . .	5h. 35m.
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements	1h. 00m.
	Durée totale du parcours *Paris-Milan*,	21h. 27m.

La ville de Paris aurait, en vertu de ce calcul, un avantage de vitesse de près de quatre heures par la ligne du Simplon et par rapport à Milan et à l'Italie orientale. Vis-à-vis de l'Italie occidentale la position du dernier passage alpin devient plus favorable encore. D'un autre côté elle décline légèrement au fur et à mesure que l'on s'ap-

proche de l'est de la France, mais toujours il y aurait avantage de vitesse par le Simplon. En effet nous avons prouvé que l'on gagnerait encore 30 minutes par rapport à *Olten* et à Bâle, et ces dernières villes forment la clé de la France pour le St-Gothard.

Par ces calculs nous avons fourni la double preuve que nous nous sommes imposée ; avant de clore notre comparaison Simplon-St-Gothard, nous voulons encore établir les vitesses de parcours par rapport à la ville fédérale Berne. Nous prendrons à cet effet le point de départ le plus favorable au St-Gothard, la ville de *Milan*.

Nous obtenons entre *Milan* et *Berne* les distances suivantes :

D. Par le Simplon. Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.	**E. Par le St-Gothard.** Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) *Milan*, Gallarate, Arona. . . .	61k.00		*a*) *Milan*, Camerlata	44k.00	
b) Arona, Domo-Dossola, *Simplon*, Brigue, Sion .	128k.50	18k.50	*b*) Camerlata, Biasca, *St-Gothard*, Fluelen, Lucerne. . . .	100k.50	149k.00
c) Sion, Lausanne, *Berne*. . . .	189k.00		*c*) Lucerne, Langnau, *Berne*. .	93k.00	
Distances totales,	378k.50 + 18k.50 = 397k.00			237k.50 + 149k.00 = 386k.50	

Comme durée du parcours dans les deux hypothèses nous avons :

Par le **Simplon.** Parcours MILAN-BERNE.	1° Parcours sur lignes faciles 378k.50 à raison de 50 kilomètres à l'heure	7h. 34m.
	2° Parcours sur lignes difficiles 18k.50 à raison de 30 kilomètres à l'heure	0h. 36m.
	Durée totale du parcours *Milan-Berne*	8h. 10m.
Par le **St-Gothard.** Parcours MILAN-BERNE.	1° Parcours sur lignes faciles 237k.50 à raison de 50 kilomètres à l'heure	4h. 45m.
	2° Parcours sur lignes difficiles 149k.00 à raison de 30 kilomètres à l'heure	5h. 00m.
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements	1h. 00m.
	Durée totale du parcours *Milan-Berne*,	10h. 45m.

L'avance de $2\,{}^1/_2$ heures que l'on aurait par le Simplon, entre Milan et Berne, suffirait pour montrer l'intérêt qui s'attache pour la Suisse centrale et occidentale à la construction de cette artère alpine.

Les divers développements qui précèdent nous amènent à cette conclusion *que la ligne centrale par le St-Gothard ne peut prétendre en aucune façon à être considérée comme une communication rapide, et que sous ce dernier rapport le Simplon a une supériorité incontestable et très marquée sur le tracé rival.*

Comparaison Greina–St-Gothard au point de vue de la vitesse.

Si nous considérons, toujours au point de vue de la vitesse du parcours, la position respective *St-Gothard* et *Greina,* nous arrivons à un résultat qui n'est guère plus favorable que le précédent au passage central. En tout premier lieu nous devons observer que les deux lignes, ayant leur point de bifurcation aux pieds des Alpes à *Biasca,* il n'est pas nécessaire de considérer leur position vis-à-vis de diverses zônes italiennes. La durée relative des trajets dans les deux sens, par rapport à *Biasca*, donnera aussi la position des deux passages pour l'Italie entière.

Cherchant, en premier lieu, à établir la position de Zurich nous aurons :

E. Par le St-Gothard. — **F. Par la Greina.**

Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.	Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) *Biasca, St-Gothard*, Fluelen	10k,00	95k,50	a) *Biasca*, *Greina*, Coire	50k,00	54k,00
b) Fluelen, Zoug, *Zurich* . . .	79k,00		b) Coire, Sargans, Weesen, *Zurich*,	125k,50	
Distances totales,	89k,00 + 95k,50 = 184k,50			175k,50 + 54k,00 = 229k,50	

La vitesse dans les deux sens serait la suivante :

Par le **St-Gothard.** BIASCA-ZURICH.	1° Parcours sur lignes faciles $89^{k,00}$ à raison de 50 kilomètres à l'heure	$1^{h.}$ 47^{m}
	2° Parcours sur lignes difficiles $95^{k,50}$ à raison de 30 kilomètres à l'heure	$3^{h.}$ 11^{m}
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements	1^{h} 00^{m}
	Durée totale du parcours *Biasca-Zurich*, soit en chiffres ronds six heures.	$5^{h.}$ 58^{m}

Par la **Greina.** BIASCA-ZURICH.	1° Parcours sur lignes faciles $175^{k,50}$ à raison de 50 kilomètres à l'heure	$3^{h.}$ $30^{m.}$
	2° Parcours sur lignes difficiles $54^{k,00}$ à raison de 30 kilomètres à l'heure	$1^{h.}$ $45^{m.}$
	Durée totale du parcours *Biasca-Zurich*,	$5^{h.}$ $15^{m.}$

Par rapport à *Olten* on a les distances qui suivent :

E. Par le St-Gothard.

Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) *Biasca*, *St-Gothard*, Fluelen .	$10^{k,00}$	$95^{k,50}$
b) Fluelen, Lucerne. *Olten*	$113^{k,00}$	
Distances totales.	$123^{k,00} + 95^{k,50} = 218^{k,50}$	

F. Par la Greina.

Distance.	Ligne de plaine.	Fortes rampes.
a) *Biasca*, *Greina*, Coire	$50^{k,00}$	$54^{k,00}$
b) Coire, Sargans, Weesen, Zurich, *Olten*	$188^{k,50}$	
	$238^{k,50} + 54^{k,00} = 292^{k,50}$	

La vitesse du parcours, dans chaque hypothèse sera :

Par le **St-Gothard.** BIASCA-OLTEN.	1° Parcours sur lignes faciles $123^{k,50}$ à raison de 50 kilomètres à l'heure	$2^{h.}$ $28^{m.}$
	2° Parcours sur lignes difficiles $95^{k,50}$ à raison de 30 kilomètres à l'heure	$3^{h.}$ 12^{m}
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements	$1^{h.}$ $00^{m.}$
	Durée totale du parcours *Biasca-Olten*,	$6^{h.}$ 40^{m}

Par la **Greina.** BIASCA-OLTEN.	1° Parcours sur lignes faciles 238k.50 à raison de 50 kilomètres à l'heure	4h. 46m.
	2° Parcours sur lignes difficiles 54k.00 à raison de 30 kilomètres à l'heure	1h. 48m.
	Durée totale du parcours *Biasca-Olten*,	6h. 34m.

Les deux exemples que nous avons choisis pour notre comparaison semblent prouver que la Greina donne une communication plus rapide que le St-Gothard, tant par rapport à l'est et au nord de la Suisse que par rapport à l'Allemagne entière, dont Zurich, Turgi et Olten forment les clés pour les deux passages. La position d'une ligne alpine par la Greina devient favorable surtout vis-à-vis de l'Allemagne orientale, à raison du débouché plus direct qui s'offrira depuis la vallée du Rhin sur le lac de Constance et sur Lindau. De même le chemin de ceinture du lac de Constance améliorera encore la communication du passage oriental avec le Wurtemberg. A l'aide d'un calcul analogue à ceux que nous venons de faire, on arrive à fixer la durée du parcours *Milan-Constance* à 8h 30m par la Greina et la ligne Rorschach-Constance et à 11h 30m par le St-Gothard, Zurich et Schaffouse. La Greina dominerait donc de trois heures le point Constance et de deux heures la bifurcation du nouveau réseau wurtembergeois, qui doit s'opérer à 25 kilomètres à l'occident de cette dernière ville.

Il ne sera pas inutile que nous examinions la position du St-Gothard et de la Greina eu égard à la concurrence du Brenner.

Entre *Milan* et *Augsbourg* la distance est par le *St-Gothard*, Zurich, Lindau et Kempten de 640 kilomètres, dont 149 kilomètres de lignes à fortes déclivités, compris la traversée du Mont-Cenere. La durée du parcours peut être estimée comme suit:

Par le **St-Gothard.** MILAN-AUGSBOURG.	1° Parcours sur lignes faciles 491k.00 à raison de 50 kilomètres à l'heure	9h. 49m
	2° Parcours sur lignes difficiles 149k.00 à raison de 30 kilomètres à l'heure	5h. 00m.
	3° Manœuvre sur cinq doubles rebroussements	1h. 00m.
	Durée totale du parcours *Milan-Augsbourg*	15h. 49m.

Par le passage de la Greina nous avons entre les mêmes points, *Milan* et *Augsbourg*, une distance de 529 kilomètres dont 107 k 50 de lignes à fortes déclivités. La durée du parcours sera ici de douze heures environ, à savoir :

Par la **Greina.** Milan-Augsbourg.	1° Parcours sur lignes faciles 421k,50 à raison de 50 kilomètres à l'heure	8h. 28m.
	2° Parcours sur lignes difficiles 107k,50 à raison de 30 kilomètres à l'heure	3h. 32m.
	Durée totale du parcours *Milan-Augsbourg*	12h. 00m.

La Greina aurait donc sur le St-Gothard une avance très notable par rapport à Augsbourg, ville qui forme la clé de toute la Bavière, comme on peut s'en convaincre par l'inspection de la carte.

Par la ligne du *Brenner* nous aurons entre Milan et Augsbourg une distance de 686 kilomètres, soit :

	Kilomètres.
a) Milan-Treviglio, Bergamo-Brescia, Vérone	167
b) Vérone, Trente, Bormio	151
c) Bormio, *Brenner*, Innsbruck (ligne difficile)	125
d) Innsbruck, Kufstein, Rosenheim, Munich, Augsbourg . .	243
Distance totale *Milan-Augsbourg*,	686

Pour franchir cette distance on mettra le temps suivant :

Par le **Brenner** Milan-Augsbourg.	1° Parcours en lignes faciles 561k,00 à raison de 50 kilomètres à l'heure	11h. 13m.
	2° Parcours en lignes difficiles 125k,00 à raison de 30 kilomètres à l'heure	4h. 07m
	Durée totale du parcours *Milan-Augsbourg*	15h. 20m.

Nous avons trouvé pour le St-Gothard un temps de parcours plus considérable. Il s'en suit que le passage central ne pourrait guère lutter avec le Brenner en ce qui concerne la rapidité des communications entre l'Italie et la Bavière, même dans l'hypothèse favorable que le trafic de ce dernier passage partirait de Milan. Inversement

la ligne orientale par la Greina présenterait par rapport à Augsbourg et Milan un gain de temps de $3^1/_2$ heures sur le Brenner et pourrait à raison de cela dominer la ville de Munich dont la distance d'Augsbourg n'est que 61 kilomètres et produirait pour la Greina un surplus de temps de parcours de $1^h\ 15^m$; pour le Brenner une réduction équivalente. L'avance de la Greina par rapport à Munich serait d'une heure environ. Au point de vue de la vitesse le passage oriental, italo-suisse dominerait donc le Brenner par rapport à la Bavière, et commanderait aussi le trafic des voyageurs dans les directions de Prague-Dresde et Berlin.

Des résultats sensiblement analogues sont obtenus du côté de la France, où le trafic du St-Gothard serait fortement influencé par le Mont-Cenis. Le premier passage, établi à l'exclusion de ses compétiteurs, serait vis-à-vis de Paris et par rapport à Plaisance et à l'Italie presque entière, dans une position inférieure à celle du Mont-Cenis, tant au point de vue de la distance qu'à celui de la durée du parcours. L'infériorité du St-Gothard devient très marquée par rapport à l'Italie occidentale et plus encore par rapport au Piémont.

Ces derniers faits semblent acquis; ils nous démontrent que le passage alpin central, ne présentant vis-à-vis du Simplon aucun avantage marquant du côté de la Suisse orientale et de l'Allemagne; donnant par contre une communication bien moins rapide avec la France, la Suisse occidentale, aurait une zône relativement aussi restreinte pour le trafic des voyageurs que pour le trafic des marchandises. Une réflexion analogue s'applique à la position du St-Gothard vis-à-vis de la Greina. Cette dernière ligne donnerait une communication bien meilleure avec l'Italie, la Bavière et le centre nord de l'Allemagne, sans être en arrière par rapport à la France, vu qu'elle domine en vitesse le point de bifurcation Olten. Tout au plus le passage central pourrait-il présenter quelques faibles avantages de vitesse sur la Greina, par rapport aux cantons primitifs, à Lucerne et à la partie orientale du canton de Berne. Vis-à-vis de la ville de Berne même le St-Gothard ne présenterait plus aucun gain de temps, car si la ligne projetée Lucerne-Langnau donne au St-Gothard un parcours un peu plus direct de ce côté, elle présentera aussi dans l'Entlibuch jusqu'à Escholzmatt (sur 40 kilomètres) des rampes si prononcées (20 à 25 $^0/_{00}$), qu'elle rentre entièrement dans les conditions des lignes de montagnes. La vitesse très réduite des trains sur ce tronçon nous

conduit même, en vertu d'nn calcul analogue à ceux que nous avons faits, à trouver pour Berne un plus grand écart de temps que pour Olten, en faveur du passage oriental.

Bien que l'on doive supposer que le trafic des voyageurs d'un tracé alpin italo-suisse serait alimenté exclusivement par les voyageurs à grand parcours; bien que pour ces derniers l'accélération du parcours forme l'élément le plus important, nous voulons néanmoins envisager encore dans ce paragraphe la question du bon marché du transport soit des tarifs plus ou moins élevés, selon les conditions topographiques des passages et les altitudes que l'on franchirait.

Influences des rampes sur le coût de la remorque des voyageurs.

Il semble au premier abord que le profil plus ou moins accidenté d'une ligne de fer ne devrait exercer qu'une influence relativement mitigée sur les tarifs des voyageurs; car si l'on peut admettre, sauf de faibles écarts, que le coût de la remorque sur une même déclivité est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel à la charge brute remorquée, il ne faut pas onblier d'autre part, que les tarifs des voyageurs sont très différents de ceux des marchandises relativement au poids des uns ou des autres, et qu'un surplus de coût d'une même unité de poids remorquée influence naturellement bien moins un tarif élevé comme celui des voyageurs qu'un tarif de marchandises. Or le tarif kilométrique d'un voyageur varie selon les classes entre 5 et 10 centimes, sa moyenne de $7^1/_2$ centimes dépasse presque la moyenne du coût d'une tonne de marchandises; de telle sorte que le voyageur pesant en moyenne 70 kilogrammes paie autant que 1000 kilogrammes de messagerie, mais donne lieu cependant à un bien moindre surplus dans le coût de la remorque. Cette situation très différente trouve son correctif dans un autre fait démontré par la pratique de l'exploitation des chemins de fer. Si la remorque du voyageur même n'exige à raison du faible poids de celui-ci qu'un surplus de coût insignifiant sur les rampes, il en est autrement de la remorque du *matériel des voyageurs*. Ce dernier constitue pour les trains à voyageurs le principal chargement. Les données statistiques établissent que le voyageur entraîne en moyenne la remorque de 0,55 tonnes de poids mort des wagons, soit près de 800 pour cent de son propre poids de 70 kilogrammes, tandis que la marchandise donne lieu par tonne de 1000 kilogrammes à la mise en mouvement d'un poids mort des wagons de 1300 kilogrammes, soit 130 pour

cent. La différence très notable entre ces deux données est de nature à rétablir en partie un rapport plus normal entre le coût et le tarif perçu; car si, pour simplifier la question, nous mettons directement en rapport le travail effectué (soit sa dépense proportionnelle) avec la recette, nous trouvons qu'en recevant 7 1/2 centimes d'un voyageur la compagnie doit remorquer le poids de celui-ci 70 kilogrammes, plus le poids proportionnel du wagon = 550 kilogrammes, en tout 620 kilogrammes, tandis qu'en touchant 7 1/2 centimes (tarif moyen) pour une tonne de marchandises, elle doit opérer la remorque de 1000 kilogrammes de marchandises et de 1300 kilogrammes de poids de wagons, soit en tout 2300 kilogrammes. L'écart est toujours très fort et la proportion de travail à effectuer dans les deux hypothèses, pour une même recette, pourrait sensiblement être estimée comme 1 : 3,5.

Nous donnons ces développements pour prouver que le coût de remorque des voyageurs est influencé d'avantage qu'on ne pourrait le croire au premier abord par le profil d'une ligne. Cette preuve, au reste, n'est pas nécessaire pour justifier que nous appliquions encore à la remorque des voyageurs *le principe des tarifs différents selon les difficultés plus ou moins grandes de l'exploitation des lignes*, et le coût relatif qui en résulte pour les entreprises exploitantes. Il ne s'agit pas pour nous d'établir, que l'économie réalisée sur un chemin alpin facile, par rapport au tracé rival, plus difficile, permettrait de faire un surplus de parcours en *payant sur ce surplus les tarifs ordinaires*; il suffit que cette économie réalisée *compense les frais qu'un tel parcours auxiliaire occasionnerait à la compagnie*. Or, sous ce dernier rapport, les tarifs plus ou moins élevés par rapport aux poids remorqués, n'interviennent guère[45]), car la même situation relative des

[45] L'Entreprise d'une ligne alpine se lie intimément aux intérêts des lignes qui lui serviraient d'aboutissants. On est conduit dès lors à supposer qu'il s'opérerait entre les lignes intéressées au même passage une entente tant sur les sacrifices à supporter que sur la répartition des bénéfices et sur les tarifs à percevoir. Ici on doit comprendre aisément que chaque compagnie, placée entre l'alternative de faire une faible réduction sur ces tarifs ou de ne point avoir de marchandises et de voyageurs, à raison de l'établissement d'une artère rivale, choisirait le premier parti. En vue de ce fait naturel, on doit considérer dans la lutte de concurrence chaque ligne alpine avec ses aboutissants comme une entreprise collective ou commune. Partant de ce point de vue nous supposerons un instant entre *Novi* et *Olten* deux compagnies, comprenant l'une les lignes par le Simplon, l'autre les lignes par le St-Gothard. Les parcours respectifs, sans tenir compte des distances additionelles, sont: par le *Simplon*, 533 k. 00; par le *St-Gothard*, 453 k. 00; d'où différence de 80 kilomètres en faveur du St-Gothard, qui devrait être compensée par les tarifs plus bas du tracé rival. A raison de deux centimes par kilomètre de sur-

tarifs au poids brut remorqué, et au coût de transport existera aussi sur les lignes de plaine. En d'autres termes, si le transport d'un voyageur à un kilomètre n'entraîne sur une ligne à 25 pour mille qu'une augmentation du coût d'exploitation de 1 $^{1}/_{2}$ centime (nous avons trouvé 3 $^{1}/_{2}$ centimes par tonne de marchandises), ce même parcours kilométrique donnerait lieu à une dépense relativement minime de $^{1}/_{2}$ centime au plus sur un chemin de plaine, de telle sorte que l'économie réalisée permettrait toujours un surplus de parcours de 1 à 2 kilomètres.

Au point de vue du coût de la remorque nous pouvons donc conclure que le trafic des voyageurs supporte l'influence des rampes aussi bien que le trafic des marchandises ; cette base acquise nous conduit à adopter, pour ce premier trafic (voyageurs) des zônes sensiblement analogues à celles que nous avons consignées dans notre carte n° 2 par rapport au trafic continental des marchandises. Au point de vue de la vitesse, on peut affirmer, après nos développements numériques précédents, que l'une ou l'autre ligne extérieure, Simplon ou Greina, formerait une communication infiniment préférable au St-Gothard, et que ce dernier passage ne pouvant lutter à cet égard avec l'une ou l'autre ligne extérieure serait encore moins bien partagé vis-à-vis d'une combinaison des deux lignes extérieures.

plus et par tonne (coût de la remorque), les tarifs du Simplon devraient donner lieu à une réduction de 1 fr. 60 en bloc dans le cas particulier. D'après nos hypothèses ce chiffre de 1 fr. 60 représenterait l'économie obtenue sur les frais d'exploitation au passage de la montagne (sauf le chiffre trop faible que nous avons adopté par prévoyance, en comptant par tonne utile et par kilomètre 2 cent. d'économie au lieu de 3 $^{1}/_{2}$ que donnait notre calcul). Ce sacrifice correspondant sur les tarifs incomberait donc à la portion de ligne franchissant le col, laquelle ne gagnerait ni ne perdrait par rapport au passage rival, puisque le moins qu'elle percevrait par kilomètre parcouru serait compensé par le moins qu'il lui coûterait de faire parcourir ce kilomètre. Les lignes aboutissantes devraient faire, par contre, sur un parcours de 80 kilomètres le sacrifice du *bénéfice* qu'elles auraient normalement, car sur ces 80 kilomètres elles seraient indemnisées à raison de 2 cent. par kilomètre, simplement de leurs frais. Elles n'auraient le bénéfice normal que sur un parcours restant de 453 k. 00 équivalant au parcours total par le St-Gothard ; en d'autres mots, l'une ou l'autre compagnie entre *Novi* et *Olten* aurait le même chiffre bénéfice sur son parcours par unité de poids ou par tonne remorquée. Cette hypothèse nous paraît la seule naturelle et équitable, cependant nous avons fait dans nos calculs la part relativement belle aux lignes à fortes rampes, car en admettant par 3 $^{1}/_{2}$ cent. d'économie un surplus de parcours de un kilomètre pour les lignes faciles, nous supposons bien à celles-ci encore un léger bénéfice sur ce kilomètre, puisque le coût de la remorque par tonne-kilomètre ne dépasserait pas, selon toute probabitité, 2 cent. Ces développements sont de nature à faire comprendre que l'on doive prendre pour point de départ de la lutte de concurrence le même bénéfice en bloc par tonne sur chaque ligne rivale, et qu'à cet effet il n'y a pas lieu à s'inquiéter du tarif plus ou moins élevé du poids utile remorqué par rapport à son coût de remorque sur un kilomètre, mais simplement de ce coût de remorque même.

Nous nous réservons de revenir sur la première assertion, relative au *coût de la remorque des voyageurs*, dans un chapitre suivant, en calculant les *frais d'exploitation* des trois tracés : *Simplon*, *St-Gothard* et *Greina*. Pour le moment, nous tenons à observer encore que la création d'une ligne alpine se trouve motivée, surtout et en premier lieu, par la prévision d'une fort mouvement de *marchandises*. Tel est, en effet, le principal élément de recette sur les grandes lignes qui débouchent vers les ports de mer. Le chemin de fer *Paris-Lyon-Marseille* présente en 1861 une recette kilométrique de 85,700 francs, dont 28,000 francs pour les voyageurs, et 57,700 francs pour le trafic des marchandises. Sur les lignes du sud de l'Autriche comprenant l'artère alpine *Vienne-Trieste* et le Sœmmering, la recette kilométrique fut en 1861 de 44,400 francs, dont 11,500 francs pour les voyageurs et 32,900 francs pour les marchandises. Sur l'ensemble du réseau allemand nous trouvons en 1861 une recette totale 479,000,000 francs dont 322,500,000 francs pour les marchandises et 156,500,000 francs seulement pour les voyageurs. Le trafic des voyageurs ne serait certes pas sans importance sur une ligne italo-suisse, bien que la circulation locale se réduisit ici à peu de chose ou à rien ; mais la base solide de la réussite financière et économique d'une si grande entreprise reposera toujours essentiellement sur sa faculté de lutter avec la concurrence pour les grosses marchandises, de pouvoir transporter à prix réduits, soit les produits coloniaux qui partiraient des ports italiens vers le nord, soit les houilles, les fers et autres matières que la France, la Suisse et l'Allemagne fourniraient à la consommation industrielle de la Péninsule, en lieu et place des produits anglais, qui alimentent actuellement d'une manière presque exclusive le marché italien.

Conclusions préliminaires tirées des recherches sur le trafic des voyageurs.

Nous terminons ici nos recherches de ce paragraphe ; leur résultat n'est guère plus favorable à la ligne centrale que les conclusions aux quelles nous aboutissions quant au trafic des marchandises. S'il paraît hors de doute maintenant, que l'une ou l'autre dés lignes extérieures, prise isolément, serait au point de vue de l'ensemble du trafic plus avantageuse que le St-Gothard, même par rapport aux contrées qui avoisinent ce passage, ce fait repose sur une loi très générale, que

nous pourrions résumer dans ce vieux proverbe: *Qu'un détour sensé ne fait perdre ni temps ni travail*. Jamais thèse ne fut mieux justifiée que celle-ci dans la grande question qui nous occupe. Le St-Gothard peut présenter quelque chose de séduisant au premier abord, si l'on se borne à contempler la carte, et si l'on s'astreint uniquement à la recherche des distances. Mais dès le moment où l'on examine la question sous son véritable jour, en partant des données sérieuses et irrécusables qui sont confirmées par l'expérience journalière quant à l'exploitation des voies ferrées; dès ce moment les avantages apparents du passage central disparaissent, l'un après l'autre, pour faire place à une perspective peu favorable. La prérogative d'un trajet plus direct entre l'Italie, la Suisse centrale et le sud-ouest de l'Allemagne, perd toute son influence en face des plus grandes facilités des lignes extérieures, qui ne comportent pas sur une longueur très considérable des travaux hors ligne dans les contrées presque inhabitées, qui n'entrainent pas l'établissement de 150 kilomètres de chemin de montagne avec fortes déclivités, et qui n'obligent pas à gravir l'altitude considérable de 1346 mètres à l'aide du système compliqué des lacets à rebroussement pour arriver, là encore, à un souterrain de 15 $^1/_2$ kilomètres de longueur.

La position topographique du St-Gothard exclut a tout jamais l'établissement d'une ligne commerciale d'une exploitation facile.

§ 5. — **Trafic absolu** *(voyageurs et marchandises)* **et recette brute.**

Trafic absolu des voyageurs et marchandises. Quantités et recette brute.

Les zônes de trafic consignées sur les cartes n° 1 et 2 peuvent donner une idée assez nette de la position commerciale *relative* des trois lignes alpines italo-suisses; mais ces données ne permettent pas encore de se rendre compte d'une manière plus positive du résultat financier probable de l'une ou l'autre de ces entreprises et du caractère de vitalité absolue qu'on pourrait leur attribuer. Pour se former une idée à ce dernier égard, il importe de fixer, non pas par des zônes

mais par des chiffres aussi approximatifs que possible, l'intensité du trafic des voyageurs et des marchandises sur chacune des trois lignes Simplon, St-Gothard et Greina.

Cette nouvelle tâche que nous abordons maintenant, est d'une nature complexe non moins qu'hypothétique. L'analogie seule peut nous fournir les indices d'une évaluation où tout est inconnu ; or, cette analogie n'existe guère encore dans la question plus spéciale du trafic des lignes alpines. Si nous envisageons le problème d'une manière plus générale, nous trouvons encore que l'évaluation de la recette brute d'un chemin de fer, sur les données d'une circulation préexistante est une chose toujours très hasardée. Les grands écarts entre de récentes appréciations et la réalité ne sont pas de nature à augmenter la confiance déjà fort amoindrie dans de pareilles tentatives. Si l'on veut rester sur un terrain sérieux, on éprouve donc une certaine hésitation à aborder une recherche pareille.

Comme cette dernière tâche rentre cependant forcément dans le cadre de notre travail, nous nous efforcerons de rester dans nos appréciations plutôt en dessous des probabilités, à être pessimiste plutôt qu'optimiste. Cela dit, examinons quel serait le trafic probable des marchandises sur l'une ou l'autre ligne alpine.

Un premier fait ressort clairement de nos recherches antérieures : Les lignes alpines suisses, *établies selon les exigences de la situation, c'est-à-dire douées d'une exploitation facile,* seraient des *lignes commerciales* et pourraient s'attendre à un trafic important de marchandises. Quant aux chiffres probables de ce trafic futur, ils sont assez difficiles à fixer, par rapport aux lignes actuellement établies, mais ils doivent dépendre dans une certaine limite de quelques facteurs que nous allons passer en revue.

Nous avons divisé de prime-abord le trafic de marchandises de nos chemins italo-suisses en deux catégories principales : a) *le trafic colonial* ou *maritime*, partant du port de Gênes vers le Nord, sauf peut être une très faible quantité de produits coloniaux du Levant, d'une valeur élevée, qui ne craindraient pas les forts tarifs et qui préféreraient, à raison de la plus grande vitesse, la voie de terre de Brindisi à Milan. Ces sortes de marchandises sont si peu importantes dans la recette de nos chemins de fer existants, que nous croyons pouvoir en faire abstraction complète en ce qui touche les lignes alpines italo-suisses.

Nous snpposerons en conséquence tout le trafic colonial devant partir du port de Gênes. C'est dans cette hypothèse que nous avons établi les zônes de trafic qui sont consignées sur notre carte nº 1.

b) Le *trafic continental* entre l'Italie et le Nord. Ce trafic aura naturellement, tant en Italie que dans les pays au nord des Alpes, des aboutissants très nombreux et très divers. A l'aide de quelques recherches on parvient cependant à former encore des zônes comme elles sont représentées sur notre carte nº 2; parmi ces zônes celle établie par rapport à Novi et à l'Italie occidentale est la plus importante.

Nous traiterons successivement ces deux éléments principaux du trafic des marchandises, au point de vue de l'intensité numérique sous diverses hypothèses de passages, et nous aborderons ensuite des recherches analogues sur le trafic des voyageurs.

Trafic colonial ou maritime. — Evaluation numérique.

Trafic colonial ou maritime. Quantités

En ce qni touche le *trafic colonial ou maritime*, nous croyons pouvoir admettre qu'il serait sur chaque ligne proportionnel aux rayons desservis, c'est-à-dire à leur population respective. Cette prémisse suppose une même consommation coloniale par individu, ce qui n'est pas tout à fait exact, puisque la richesse des populations et le genre de vie exercent une grande influence à cet égard. Les grandes villes se distinguent, cela est naturel, par nne consommation individuelle plus prononcée que les campagnes. Dans le cas présent nous n'avons pas à nous préoccuper trop de cette variation puisque les populations qui entrent dans le rayon colonial des lignes Alpines suisses, ont sensiblement les mêmes allures et le même genre de vivre.

Tel est en effet, le cas pour la Suisse presque entière, sauf les contrées dans la proximité immédiate des Alpes, ponr le sud-ouest de l'Allemagne, le grand duché de Bade, le Wurtemberg et une partie de la Bavière, contrées qui seraient comprises dans le rayon de trafic colonial des passage alpins italo-suisses.

Pour apprécier la consommation des produits étrangers arrivant plus on moins par la voie maritime, nous possédons une excellente base, en ce qui concerne la Suisse, dans un document officiel d'une origine récente.

Les tableaux publiés en 1864 par le Bureau statistique de la Confédération suisse, sur le trafic suisse durant l'année 1863, nous donnent le résultat suivant, quant à l'importation de produits coloniaux dans notre pays.

Importation de produits coloniaux en Suisse, année 1863.

	Tonnes métriques.
1° Cotons bruts	9901
2° Cacao	201
3° Couleurs	454
4° Bois du midi, acajou, ébène, etc.	153
5° Vernis	987
6° Epiceries	166
7° Gomme arabique, mastic	504
8° Cafés	7013
9° Riz	986
10° Tabacs	4208
11° Fruits du midi	675
12° Suifs	1295
13° Huiles	11085
14° Soufres	563
15° Vermicelles	309
16° Eau d'oranges, ivoires, indigo, essences, caoutschouc, etc.	186
17° Sucres bruts et raffinés	11121
18° Divers	703
Importation totale	50515[46]

Voilà pour ce qui concerne la consommation coloniale de la Suisse. Si l'on songe que le tableau ci-dessus n'est que le relevé des chiffres

[46] Si les articles ci-dessus sont pour la plupart incontestablomont d'origine coloniale, il en ost d'autres, au sujet desquels nous devons quelques explications. Les suifs arrivent actuollement, surtout de Russie, tant par la voio de la Baltique que par celle d'Odessa. Une fois lo chemin de fer Moscou-Odessa établi, le commerce de suif de ce côté gagnera en importanco. De même on pent admettre qu'après l'achèvement d'un chemin de for alpin la Suisse serait desservie évidemment de la manière la plus facilo par la Méditerranée, soit par Gênes. Les huiles sont actuellement en grande partie de provenance coloniale, et tendent à nous arriver de plus en plus du côté de la mer, depuis la mise en usage de l'huilo do pétrolo. L'huile qui est fournie actuellemont par le midi de la France arrivera, selon toute probabilité, à meillour compte depuis l'Italie, une fois que les communications avec co pays seront normales. Il en sera do même des sonfres do la Sicile, dont lo commerce semble faire actuellement un monopola de l'Angletorre. On peut admettre que les sucres importés en Suisse sont en très grande partie d'origine coloniale.

officiels des douanes fédérales et que la contrebande a encore une importance qu'il est impossible de méconnaître[47]), on est conduit à envisager le chiffre de 50,500 tonnes comme étant passablement en dessous de la réalité.

Importation future de produits coloniaux partant de Gênes vers le sud-ouest de l'Allemagne.

Quelle serait maintenant l'importance de l'alimentation coloniale des contrées situées au nord et au nord-ouest de la Suisse? Pour la plupart des produits consignés dans notre tableau, on peut admettre, ainsi que nous l'avons fait entrevoir au commencement de ce paragraphe, une consommation sensiblement proportionnelle au chiffre de la population desservie. Cela nous semble être le cas pour des produits tels que *sucres, cafés, tabacs, riz, huiles, fruits du midi,* etc. *Les cotons et couleurs* feraient peut-être à cet égard exception parcequ'ils se rapportent plus particulièrement aux industries de tissage et de teinturerie qui semblent avoir dans le nord-est de la Suisse une plus grande importance que dans l'Allemagne méridionale. Mais ce fait sera plus que largement compensé, si l'on tient compte aussi du développement dont les industries cotonnières sont encore susceptibles en Suisse même. Il est plus important encore de remarquer que l'année 1863, dont nous avons pris le résultat pour base de nos appréciations, à été, à raison de la stagnation des affaires et du haut prix des cotons, qui résulta alors de la guerre d'Amérique, une année de crise pour l'industrie suisse. Cette situation exceptionnelle passera, et dès lors on peut présumer une augmentation très sensible dans l'importation du coton. Pendant l'année 1861 l'importation fut par exemple de 19,255 tonnes au lieu de 9901 tonnes qu'accuse notre tableau de 1863. Ce chiffre est exceptionnel aussi, puisqu'il tient en partie aux approvisionnements qui ont précédé le blocus des ports du Sud. Il montre néanmoins que le tonnage indiqué par notre tableau est bien en dessous de celui qu'on aurait pendant une année normale. Le surplus auquel on est en droit de s'attendre en ce qui concerne l'importation en Suisse, est de nature à compenser la faible réduction qui doit résulter du caractère moins industriel du sud-est de l'Allemagne[48]) et permettra que nous conservions le chiffre de 50,500 tonnes

[47] Cette importance de la contrebande décroîtra probablement après l'établissement d'un railway italo-suisse.

[48] Le nombre des broches que comptent les filatures suisses est, d'après un récent relevé de 1,587,000 *(St-Gothard au point de vue commercial)*. La plupart en appartient aux cantons de Zurich et d'Argovie. Le sud-ouest de l'Allemagne compte environ 1,088,000 broches, dont 510,000 en Bavière; 230,000 en Wurtemberg et 348,000 dans le grand duché de Bade.

comme base de notre estimation du trafic colonial partant de Gênes pour la Suisse et le sud-ouest de l'Allemagne.

La population de la Suisse est d'après le dernier recensement de 2,534,240 âmes. Le sud-ouest de l'Allemagne, à savoir les états de *Bade, Wurtemberg* et *Bavière* contiennent une population de 7,737,652 âmes, dont nous n'avons supposé qu'une faible partie acquise au trafic colonial partant de Gênes. Tout en prenant comme base les chiffres de population développés dans le § 2, nous émettons la réflexion que ces chiffres constituent probablement une *limite inférieure,* puisque selon toute probabilité les ports liguriens, si bien placés à l'avenir pour le commerce avec les Indes orientales, pourront à raison de leurs bas prix de frêtage, livrer la marchandise coloniale à des conditions avantageuses, et compenser par là des faibles excès de transports sur chemins de fer[40]).

Trafic colonial total acquis au port de Gênes sous diverses hypothèses de passages alpins italo-suisses.

Si nous partons maintenant des chiffres précédemment développés (§ 2, page 105), quant aux populations desservies de produits coloniaux par Gênes, nous aurons, en prenant pour base la consommation actuelle de la Suisse, 50,500 tonnes pour 2,534,240 habitants.

	Population desservie — âmes	Trafic colonial suisse — Tonnes		Trafic colonial total — Tonnes.
D. Ligne du *Simplon*	3,450,000	50,500 ×	$\frac{3,450,000}{2,534,240}$ =	70,000
E. » *St-Gothard* . . .	2,630,000	50,500 ×	$\frac{2,630,000}{2,534,240}$ =	52,500
F. » *Greina*	2,820,000	50,500 ×	$\frac{2,820,000}{2,534,240}$ =	56,200
G. Combinaison *Simplon-Greina*	4,185,000	50,500 ×	$\frac{4,185,000}{2,534,240}$ =	83,400

Ces résultats ne paraissent nullement exagérés; car ainsi que nous venons de le dire, ils ne tiennent pas compte de l'extension que pourrait acquérir le commerce gênois, en raison de la position favorable qu'occupe le port ligurien par rapport aux cités commerciales de l'Adriatique, ni de l'influence plus générale du percement de l'Isthme de Suez. D'autre part il est à supposer que la consommation

[40] Nous tenons de personnes très compétentes et très familiarisées avec le trafic maritime de la Méditerranée que les prix moyens de Trieste et de Venise sont bien au-dessus des prix de Gênes, à raison des difficultés qu'oppose le caractère inconstant de l'Adriatique à une navigation régulière. La côte élevée et accidentée de l'Albanie et de l'Illyrie, et la côte relativement plate du littoral italien oriental provoquent, même par les temps assez calmes, des changements continuels dans la direction des vents et ces changements rendent le cabotage lent autant qu'onéreux. On nous a assuré que les prix de la marchandise d'Orient rendue à Gênes et de là à Venise diffèrent peu de ceux de la marchandise directement rendue à Venise par l'Adriatique.

coloniale de la Suisse, qui a servi de base pour nos évaluations, est en réalité supérieure au chiffre de 50,500 tonnes qu'accuse le relevé officiel. En conséquence nous n'hésitons pas à prendre les chiffres ci-dessus développés comme éléments de notre évaluation définitive.

Nous allons aborder maintenant les recherches sur l'intensité numérique du

Trafic continental entre l'Italie et le Nord.

Trafic continental entre l'Italie et le Nord.

Nous empruntons, toujours à la même source, au *Relevé du Bureau fédéral de Statistique*, sur le commerce entre l'Italie et la Suisse, les données qui suivent:

Les marchandises entrant en Suisse de l'Italie ou sortant de Suisse vers l'Italie (le transit est compté à part) sont classées sous quatre rubriques: *a)* les marchandises taxées au quintal; *b)* les marchandises taxées au collier; *c)* les marchandises taxées à leur valeur; *d)* les marchandises taxées à la pièce (bestiaux).

Trafic continental entre l'Italie et la Suisse, année 1863.

Les marchandises au quintal forment la partie la plus importante du trafic de 1863, elles y entrent pour un tonnage de 995,737 quintaux métriques de 50 kilogrammes ou de 49,786,85 tonnes métriques de 1000 kilogrammes. Dans ce chiffre l'exportation de la Suisse vers l'Italie figure pour un tonnage de 186,625 quintaux ou 9,331,25 tonnes, tandis que l'importation des produits de la Péninsule atteint le chiffre considérable de 809,112 quintaux ou de 40,455,60 tonnes. Les catégories de marchandises dont se compose ce trafic sont très nombreuses et n'occupent pas moins de 320 articles dans le relevé officiel des douanes fédérales. Nous nous bornons à citer les principaux éléments:

Importation et Exportation.

	quintaux métriques
1° Ecorces de chêne, etc.	9,448
2° Cotons bruts ou travaillés	37,614
3° Esprits de vin, liqueurs	4,822
4° Fers bruts ou travaillés	14,718
5° Peaux	8,884
A reporter,	75,486

Report	75,486
6° Blés, céréales, légumes secs . . .	364,061
7° Fromages	39,848
8° Châtaignes	20,738
9° Chiffons	4,809
10° Machines	9,728
11° Farines de riz	71,141
12° Cidre	7,433
13° Huiles	7,576
14° Riz	64,618
15° Semences	6,343
16° Sel	23,997
17° Soie travaillée, cocons	25,980
18° Vins en tonneaux . , ...	140,781
19° Sucres et sirops	15,898
Total	878,437
Et marchandises compris dans les autres articles	117,300
Total général	995,737

Il est permis d'admettre que les transactions avec l'Italie atteindront, ***même en ce qui concerne la consommation locale de la Suisse***, un chiffre infiniment plus élevé après l'établissement d'une ou de deux lignes alpines. Pour se persuader du bien fondé de cette assertion, il suffit d'examiner la nature des marchandises consignées dans le tableau ci-dessus et leur importance respective. *Les vins, les riz et les fromages* entrent dans le relevé fédéral pour un tiers du tonnage total, à savoir pour 315,000 quintaux environ. Avec des tarifs plus favorables notre exportation vers l'Italie tendra évidemment à se développer, de même que l'importation des riz, fruits du midi, huiles et autres produits qui nous sont fournis actuellement en grande partie par le midi de la France. Nous ne pouvons passer ici sous silence un autre élément de trafic auquel on a attribué dans plusieurs ouvrages une importance que nous ne croyons pas fondée. Nous voulons parler des blés. Actuellement la Suisse tire de l'étranger la quantité formidable de 2,915,875 quintaux, ou 146,000 tonnes de blés, fournis par le sud-ouest de l'Allemagne et par l'Alsace, sauf la faible partie absorbée par les vallées méridionales des Alpes, qui figure dans le chiffre

de nos transactions avec l'Italie. Dans leur ouvrage : « *Le St-Gothard au point de vue commercial,* » MM. Koller, Schmidlin et Stoll, admettent la concurrence des blés italiens, soit du marché de *Novare* vis-à-vis de Lindau, Rorschach et Schaffouse, et en attribuant au passage central le transport de blés italiens, ils ouvrent une perspective, qui, soit dit en passant, ne devrait pas sourire aux Compagnies Suisses du Central et du Nord-Est, puisque, par là les dites Compagnie perdraient en faveur du St-Gothard un des plus importants éléments de leur trafic actuel. Si nous ne croyons pas devoir suivre l'opinion de ces auteurs, bien que les prix du marché italien soient en fait de céréales un peu inférieurs aux prix du marché allemand, c'est en vue surtout des distances qui séparent des lieux de production au-delà des Alpes des principaux centres de consommation en Suisse. L'importation allemande a lieu actuellement surtout dans la zône orientale de notre pays, soit dans les cantons de St-Gall, Grisons, Zurich et Glaris. Ces cantons sont situés précisément à la porte du grenier allemand et des grand entrepôts de *Lindau* et de *Schaffouse;* les villes de *Zurich* et de *St-Gall* n'en sont distantes que de 50 à 60 kilomètres, tandis que le marché de *Novare* aurait à franchir un chemin de près de 500 kilomètres, compris les distances additionnelles, et se trouverait grevé au taux de 10 centimes par tonne, d'un surplus de coût d'un franc par quintal. Vu cette position et le peu d'importance de la production italienne en céréales, par rapport au sud-ouest de l'Allemagne, nous ne croyons trop pouvoir compter pour le trafic des passages alpins, sur un fort transport de blés. Le seul passage, qui à raison de sa plus grande distance de la production allemande, pourrait favoriser la production italienne, est le *Simplon*; mais ce tracé alpin débouche sur des contrées dont la production équivaut sensiblement la consommation. Tout au plus serait il doué de l'alimentation d'une partie du Valais et du faible excédant de la consommation vaudoise sur la production de ce canton.

En conséquence de ce que nous venons de dire nous ne tiendrons pas compte dans notre évaluation, d'un surcroit de trafic de blés entre l'Italie et la Suisse. Attribuant aux lignes alpines les blés actuellement fournis par l'Italie qui s'arrêtent plutôt aux pieds méridionaux de la chaîne, nous croyons définir sensiblement la position qui serait reservée au Simplon, et partir d'une hypothèse trop favorable aux deux autres tracés St-Gothard et Greina.

Par l'inspection de la carte n° 2 on remarque encore que ces deux dernières lignes laisseraient à la zône du Mont-Cenis, une partie très importante de la Suisse occidentale, par rapport au Piémont et au littoral ouest de l'Italie. Cette zône suisse varie avec les deux passages selon les points de départ en Italie, et sa population serait comprise dans les diverses hypothèses entre 300,000 âmes (cantons de Valais et Vaud en partie) et 1,200,000 âmes (cantons de Genève, Vaud, Valais, Neuchâtel, Fribourg, Berne et Soleure, hypothèse Greina par rapport à Turin et au Piémont). Il ne serait donc pas juste d'attribuer aux deux ligues orientales le trafic entier entre l'Italie et la Suisse. En vertu de cette considération nous défalquerons du trafic local italo-suisse du St-Gothard une population suisse moyenne de 550,000 âmes et du trafic de la Greina 700,000 âmes. Estimant que le trafic total, actuellement taxé au quintal, pourra atteindre après l'établissement d'un chemin de fer alpin un chiffre plus fort, nous porterons au lieu de 50,000 tonnes, 60,000 tonnes pour le Simplon qui desservirait la Suisse entière, 45,000 tonnes pour le St-Gothard qui perdrait le quart de sa population, et 40,000 tonnes pour la Greina qui en perdrait le tiers environ.

Marchandises taxées au poids.

Les *marchandises taxées au collier* entrent dans le relevé de 1863 pour 59,350 unités, dont 43,232 figurent à la rubrique exportation vers l'Italie et 16,118 importation en Suisse. A raison du profil défavorable des routes alpines actuelles (rampes jusqu'à 8 pour cent) on ne peut estimer le chargement moyen par cheval au-delà de 8 quintaux. Nous arrivons de cette manière à 59,300 colliers $\times$ 8 quintaux $=$ 474,400 quintaux ou 23,720 tonnes métriques et nous arrondirons ce chiffre à 24,000 tonnes. Conformément au mode de proportionnalité à la population suisse que nous avons adopté pour les marchandises estimées au quintal, nous attribuons ici encore :

Marchandises taxées au collier.

D. A la ligne du Simplon . 24,000 tonnes.
E. » St-Gothard 18,000 »
F. » de la Greina . . 16,000 »

Les *marchandises taxées à raison de leur valeur* (page 6 de la brochure officielle), comprennent plusieurs produits, mais les bois et

charbons de bois forment à très peu de chose près le total, et figurent en 1863 pour la somme de 1,302,305 francs. Ces sortes de marchandises ne concernent que l'exportation suisse vers l'Italie. Pour réduire la valeur en tonnage, nous adopterons un prix moyen de 30 fr. par tonne, prix qui suppose environ 20 fr. pour le mètre cube de bois de construction en sapin et 10 à 12 francs pour le stère de bois de chauffage sec (sapin) pesant environ 300 kilogr., soit 36 fr. pour le moule de la Suisse française. A ce taux de 30 fr. par tonne nous arrivons à un tonnage de $\frac{1,302,305 \text{ francs}}{30 \text{ fr. par tonne}}$ = 43,400 tonnes métriques environ. Nous devons observer que cet article d'exportation nous paraît surtout pouvoir s'attendre à une importance considérable après l'établissement d'une ligne italo-suisse. L'Italie n'est pas riche en bois et les versants des Alpes semblent assignés avant tout, à fournir les bois pour la construction et l'entretien des chemins de fer, les traverses, etc. Si l'importation actuelle en Italie a lieu en grande partie depuis les vallées méridionales, on peut affirmer qu'après le percement des montagnes les vallées septentrionales auront la même facilité, à condition toutefois qu'il ne s'agisse pas de franchir des altitudes considérables. Ainsi le Simplon pourrait effectuer vers l'Italie en *descendant* tous les transports de bois de la vallée du Rhône. Ces facilités nous engagent à attribuer au trafic futur des passages alpins suisse non seulement un tonnage de 60,000 tonnes, mais à supposer encore que ce transport s'effectuerait entièrement depuis les vallées septentrionales. [50])

Marchandises taxées à la valeur.

Distribuant l'exportation de bois et charbons sur les trois passages, nous croyons devoir attribuer au Simplon 60,000 tonnes et à chacun des deux autres passages 50,000 tonnes.

Le trafic de bétail, estimé à la pièce, forme un dernier et important élément des transactions présentes et futures entre la Suisse et l'Italie. Avant d'aborder les chiffres, nous devons observer en tout premier lieu que notre estimation ne comprendra ni le transit de

[50] Cette supposition paraît d'autant moins anormale que le trafic de l'année 1863, adopté comme point de départ de notre évaluation, est resté en dessous des résultats précédents. En 1860 l'exportation des bois et charbons occupe une valeur de 2,545,400 fr. à savoir : bois à brûler pour 283,300 fr.; bois de construction pour 1,337,500 fr.; charbons de bois pour 924,600 fr. — Ce résultat est presque double de celui obtenu en 1863.

bétail pour le sud-ouest de l'Allemagne, ni l'entrée en Suisse pour estivage. Bien que l'on puisse s'attendre, quant au dernier facteur, à quelques sources de trafic, notamment sur la partie méridionale d'un chemin alpin, nous croyons devoir le négliger. D'ailleurs il serait fort difficile d'arriver à un chiffre fondé, vu le nombre de bêtes hivernantes.

Abstraction faite de ces éléments, nous trouvons pour l'année 1863 un trafic total de 109,113 pièces, dont 71,548 pièces importées depuis l'Italie et 37,565 pièces exportées de la Suisse. Dans le chiffre total *le gros bétail* (chevaux, bœufs, vaches et mulets) entre pour prés de moitié, s'avoir pour un chiffre de 54,484 piéces.

On peut envisager ce trafic de bétail comme étant aquis aux lignes alpines. Car si une faible partie en concerne plus particulièrement les vallées limitrophes de l'Italie, on est conduit aussi à tenir compte d'une augmentation notable des échanges, après la création de meilleures voies de communication. En négligeant ce dernier résultat et en ne portant que les chiffres ci-dessus que nous arrondirons à 108,000 pièces, dont 54,000 de gros bétail et 54,000 de petit bétail, nous croyons ne pas dépasser les limites d'une appréciation sérieuse et vraisemblable.

Le Simplon *desservirait la Suisse entière* et aurait dans le rayon par lui avantageusement desservi par rapport aux autres tracés, ontre le canton de Vaud, ceux de Fribourg et de Berne, ceux dont la richesse en bétail est relativement grande. Le St-Gothard et la Greina perdraient cette zône en faveur du Mont-Cenis par rapport à l'Italie occidentale et au Piémont, et ne l'auraient qu'en partie par rapport au reste de la Péninsule. Nous ne croyons pas devoir insister sur la position relativement favorable de la ligne par le Simplon, et partant de cette appréciation nous adopterons les chiffres qni suivent:

		Pièces de gros bétail.	Pièces de petit bétail.	
D. *Simplon*. .	Importation et exportation	54,000	54,000	Trafic de bétail.
E. *St-Gothard*	» »	40,000	40,000	
F. *Greina* . .	» »	36,000	36,000	

Nous n'avons pas parlé jusqu'à présent, du trafic continental des passages alpins, par rapport aux échanges entre l'Italie et les pays

au nord de la Suisse, la *France*, l'*Allemagne* et les *Pays-Bas*. Nous devons aborder maintenant ce facteur, si important, quant à l'avenir de notre pays et à la vitalité des entreprises qui nous occupent.

Pour se rendre compte de l'importance future des échanges entre l'Italie et le Nord, il ne sera peut-être pas inutile de donner quelques chiffres sur le transit actuel par la Suisse. Ce transit, bien que peu important, fournit néanmoins la preuve que les obstacles de la nature n'ont pu arrêter les échanges commerciaux entre la Péninsule et l'Allemagne, et que ces échanges doivent prendre un essor hors ligne une fois que les deux pays seront reliés par des artères faciles.

Trafic continental entre l'Italie d'une part, la France, l'Allemagne et les Pays-Bas d'autre part.

En 1863 le transit par la Suisse (commerce italo-germain) a donné les résultats suivants:

1° Marchandises taxées au poids 331,474 quintaux ou 15,737 tonnes,
2° » » » collier 9,501 colliers,
3° » » à la pièce 15,650 pièces de bétail.

Facilités qui doivent résulter de la création d'un railway italo-suisse.

Si l'on envisage toutes les difficultés qu'oppose actuellement le massif alpin central au transport des marchandises, on a lieu d'être étonné, sans doute, du chiffre encore considérable des transactions entre la Péninsule et les contrées septentrionales à la Suisse. A plus forte raison peut-on s'attendre pour l'avenir à un trafic important des lignes italo-suisses, établies selon les exigences d'une exploitation normale. Une appréciation numérique très simple nous conduit à admettre qu'après l'établissement de ces artères la position de l'occident de l'Allemagne et de la France orientale vis-à-vis de l'Italie serait aussi favorable que l'est la position actuelle de la Suisse. En effet le roulage par les routes du Simplon, du St-Gothard et du Splügen, absorbe actuellement à très peu de chose près une dépense de septante francs par tonne. Sur une ligne de plaine, cette dépense équivaut, au taux moyen de sept centimes par tonne et par kilomètre, à un parcours de près de mille kilomètres. Les chemins de fer alpins à établir ne comportent entre les aboutissants des railways existants que de 150 à 250 kilomètres de lacune. Si l'on tient compte de ces divers facteurs, il ne paraîtra pas exagéré que l'on reporte la limite future du trafic italo-germain vers le nord, d'une quantité égale au surplus de parcours sur voie ferrée que l'on pourrait effectuer sans dépasser les prix du roulage actuel. Nous voyons, par les explications qui précèdent, que ce surplus pourrait être de mille kilomètres, moins

150 à 250 kilomètres de trajet par les lignes alpines, donc sensiblement 750 à 850 kilomètres. En admettant vers Fribourg en Brisgau ou vers Colmar, la limite actuelle du transit entre l'Italie et le Nord, on trouve à 800 kilomètres plus loin les bords de la mer du Nord et de la Manche. Il résulte de cette appréciation que les parties septentrionales de l'Allemagne et de la France seraient vis-à-vis de l'Italie aussi bien placées qu'actuellement le sont les états limitrophes de la Suisse.

Nous avons vu par les développements du § 3, que les zônes francogermaines variaient selon les passages et les zônes italiennes, et que dans une hypothèse sensiblement moyenne, on pouvait attribuer au passage du Simplon une population desservie au nord des Alpes de 38,000,000 d'âmes; au St-Gothard 30,000,000 d'âmes; et à la Greina 40,000,000 d'âmes.

Caractère industriel des contrées qui seraient mises en rapport avec l'Italie par les chemins de fer alpins italo-suisses.

Nous nous posons maintenant cette question: Peut-on admettre qu'à raison de facilités sensiblement analogues, la partie occidentale de l'Allemagne et la partie orientale de la France, auraient avec l'Italie des relations commerciales aussi importantes, *proportionellement aux chiffres de la population*, que le sont actuellement les relations entre l'Italie et la Suisse? Nous ne sommes pas très éloignés d'une réponse affirmative. Une grande partie de l'Allemagne méridionale et de l'Alsace se trouve douée d'un développement industriel qui ne le cède guère en importance à celui de la Suisse. Plus au nord nous trouvons des places commerciales telles que *Paris, Rouen, Francfort, Nuremberg et Mannheim*. Vers le cours inférieur du Rhin s'étend une contrée, riche avant toutes, tant au point de vue de la production première de matières telles que houilles et fers, qu'à celui des industries secondaires, des manufactures d'étoffes. La Belgique et la Prusse Rhénane occupent certainement le premier rang parmi les parties manufacturières de notre globe.

Si nous adoptions pour l'intensité des échanges futures entre l'Italie et le nord la base de la proportionnalité aux chiffres des populations desservies, nous arriverions à un résultat très avantageux aux passages alpins italo-suisses. Car puisque ces passages sont doués dans l'état actuel, d'un trafic de 50,000 tonnes, vis-à-vis d'une population de 2 ½ millions, on pourrait en inférer un tonnage quinze fois plus fort pour les passages du Simplon et de la Greina, qui desserviraient au nord des Alpes une population de 38 à 40 millions, dans des con-

ditions pour le moins tout aussi avantageuses que celles qui existent pour les transactions actuelles entre la Suisse et l'Italie.

On obtiendrait par un calcul correspondant pour le Simplon et la Greina un tonnage de 700,000 à 750,000 tonnes, pour le St-Gothard, dont le rayon de trafic est moindre, de 600,000 tonnes et pour la combinaison Simplon-Greina, 1,000,000 de tonnes. En ajoutant à ces chiffres les tonnages que nous avons trouvés pour le trafic colonial, on arrive à un total peu différent de celui du chemin de fer *Paris-Lyon-Méditerranée.*

Nous ne pensons pas que les chemins de fer alpins atteindront jamais la position commerciale de cette dernière artère. Toutefois, nous devons observer ici que le chemin de fer Paris-Marseille est doué surtout de trafic maritime, et que les produits d'origine française, transportés sur ses rails, ne viennent qu'en second lieu, bien qu'ils occupent une place encore importante dans le mouvement des marchandises. Les lignes alpines, tout en étant dotées de trafic colonial, ouvriraient un débouché sur un riche pays de 27 millions d'âmes, actuellement séparé, au point de vue commercial, du continent central européen. La position des lignes italo-suisses paraît donc sous ce rapport éminemment avantageuse, mais elle perd par contre par le fait, qu'en raison de la pauvreté des contrées alpines, elles seraient privées de trafic local, tandis que cet élément joue un rôle très important sur d'autres lignes. Il faut compter ici aussi avec les efforts de concurrence qui seraient plus nombreux et plus prononcés qu'ailleurs.

Houilles et fers. Parmi les éléments de trafic qui jouent un grand rôle dans la question qui nous occupe et qui interviendront en premier lieu, quant à la position des lignes italo-suisses, nous devons citer les houilles et les fers. Dans le moment actuel, le marché italien est pourvu de ce combustible exclusivement par la production anglaise. L'importation de houilles anglaises pour l'Italie du nord seule a atteint, en 1860, le chiffre de 2 $^1/_2$ millions de quintaux, soit 125,000 tonnes, et ce chiffre croîtra, selon toute probabilité, avec le développement industriel de l'Italie et avec l'abaissement de prix qui doit résulter des efforts de concurrence des lignes alpines.

On est conduit à admettre que les charbons de St-Etienne pourront à l'avenir alimenter le nord de l'Italie, en concurrence à la production anglaise, à condition que cette alimentation ait lieu par la ligne

directe, comme le Mont-Cenis, ou par une *ligne d'une exploitation facile*, comme le Simplon. Quant aux houilles des bassins de la Sarre, elles sont moins bien placées, ayant à vaincre, par rapport à Milan et à Saarbruck, une distance de près de 850 kilomètres, compris les longueurs additionnelles pour la traversée du St-Gothard et du Mont-Cenere. Le prix de la houille à St-Etienne étant de 10 francs par tonne, on arrive, pour une distance virtuelle de 650 kilomètres, à raison de 5 centimes par tonne et par kilomètre, à un prix de revient de 42 francs par tonne rendue à Milan. Ce prix est très inférieur aux prix actuels des houilles anglaises (55 à 60 francs). Nous devons insister ici sur le fait que les efforts de concurrence des chemins alpins, quant aux produits comme ceux que nous venons de mentionner, qui constituent de forts tonnages, mais ne supportent guère des prix de transport élevés, que ces efforts ne peuvent aboutir qu'à condition que les lignes alpines soient douées d'une exploitation facile. Il est évident que le tarif réduit de 4 à 5 centimes par tonne et par kilomètre n'est guère admissible pour des chemins ayant une très grande partie de leur parcours sur rampes de 25 pour mille, et entraînant pour la Compagnie même une dépense de 6 à 7 centimes par tonne parcourant un kilomètre. C'est pour cette raison qu'on est conduit à attribuer au Hauenstein, au St-Gothard et au Mont-Cenere une distance additionnelle de $18,_5 + 90 + 25 = 133,_5$ kilomètres, tandis que le Simplon, bien plus favorablement placé, ne serait grevé que d'un surplus de coût correspondant à un parcours de 31 kilomètres. C'est à raison des mêmes circonstances encore que le St-Gothard aurait toujours à vaincre un surplus de parcours de 200 kilomètres par rapport à Milan et aux bassins de la Sarre, et que les houilles de ces derniers bassins seraient grevées d'un surplus de coût de transport de 8 à 10 francs par tonne [51].

[51] C'est ici la place de rectifier une assertion qui nous concerne contenue dans l'ouvrage : « Le St-Gothard au point de vue commercial, par MM. Koller, Schmidlin et Stoll, Les auteurs disent à la page 76 de ce traité : « Dans l'*Etude critique des divers systèmes proposés pour le passage des Alpes suisses par un chemin de fer,* » que M. G. Lommel vient de publier, il porte à 60 francs le prix du charbon de New-Castle à Milan, que nous avons supposé de 54 à 57 francs dans le compte ci-dessus, et il fait remarquer que la tonne de charbon du bassin de la Loire pourrait être livrée à Milan, par le Simplon, pour le prix de 50 francs. Mais nos prix de 37 fr. 50 à 41 fr. 30 pour les houilles de la Sarre, par le St-Gothard sont encore de beaucoup au-dessous de cette évaluation.

Nous avons lieu d'être surpris de cette interprétation de nos opinions, et nous ne pouvons expliquer la chose qu'en admettant que les auteurs du traité n'aient pas lu attentivement notre brochure. Dans le passage en question, où nous mentionnons le prix

Nous donnons ces réflexions pour prouver que la position des trois tracés italo-suisses ne doit pas être estimée exactement selon les superficies de territoire desservi au nord des Alpes. Le caractère industriel des contrées intervient dans une mesure tout aussi forte. En vertu de cette influence, la ligne du Simplon aurait un avantage marqué sur ses compétitrices, notamment sur le St-Gothard; car, pouvant mieux lutter avec l'importation anglaise, des houilles, elle serait probablement au bénéfice d'un trafic de 30 à 40,000 tonnes, en supposant un partage de l'importation avec le Mont-Cenis, et en admettant encore la concurrence de la production anglaise sur les marchés de l'Italie septentrionale.

Nous abordons maintenant la partie la plus difficile et la plus problématique de nos recherches, celle qui consiste à fixer un chiffre pour les transactions continentales futures entre l'Italie et les contrées septentrio-

de 50 francs par tonne de charbon du bassin de la Loire rendue à Milan, nous *citons avec certaines réserves l'opinion de M. l'ingénieur Flachat*, qui porte ce prix dans l'*hypothèse d'un tracé par lui patronné, devant franchir le col du Simplon par son sommet* (2020^m) à l'aide du système de locomotion, proposé par cet ingénieur, comportant des rampes de cinq à six pour cent. Si nous avons cité le chiffre donné par M. Flachat, c'est précisément à titre d'argument destiné à combattre le tracé de cet ingénieur et celui de MM. Mondésir-Lehaître, franchissant le col à l'altitude 1732 mètres. Dans notre pensée, un tracé qui ne pourrait livrer la marchandise qu'à des taux élevés serait à rejeter de prime-abord, parce qu'il serait privé de trafic par la concurrence maritime et par celle des lignes plus faciles. Partant de cette thèse, nous avons pu combattre une ligne supérieure au Simplon en citant ses tarifs élevés, *mais cela veut-il dire qu'une ligne inférieure serait dans les mêmes conditions*. Notre brochure « Etude critique » prouve précisément le contraire.

S'il n'est pas exact que nous ayons dit *qu'une ligne avec tunnel de base* par le Simplon ne pourrait livrer la tonne de houille à Milan qu'au prix de 50 fr. la tonne, nous devons adopter ce prix plutôt pour le St-Gothard, qui comporte précisément un partie des inconvénients qui nous ont fait rejeter les *tracés hauts* par le Simplon. MM. Koller, Schmidlin et Stoll, en estimant qu'on pourrait rendre aux prix de 37 fr. 50 les houilles de la Sarre à Milan par le (St-Gothard) partent d'un tarif moyen de 3 à 6 cent. par tonne et par kilomètre, ce dernier tarif applicable à la traversée du St-Gothard seulement. Nous demandons comment pense-t-on transporter au taux de 6 c. lorsque notoirement la tonne kilomètre coûtera à la compagnie 6 $^1/_2$ centimes sur le chemin de montagne. Si la réussite du St-Gothard se basait sur les houilles ainsi que l'admettent ses partisans, elle serait passablement compromise, car en transportant annuellement 100,000 tonnes avec $^1/_2$ centime de perte par tonne-kilomètre de chemin de montagne, nous trouvons une perte de 500 fr. par kilomètre en lieu et place d'un bénéfice ; mieux vaudrait donc pour le passage central se passer du trafic des houilles que de transporter à ce tarif. Le Simplon aurait plus de facilité de transporter même à 3 centimes par tonne-kilomètre, vu que son profil ne présentera aucune montée conséquente dans la direction de l'Italie. Dans ce dernier cas il pourrait rendre la tonne à Milan au prix de 30 fr., prix très inférieur à celui qu'entrainerait un tracé haut.

nales. Nous n'adopterons pas les tonnages élevés auxquels on arrive, en partant du principe de la proportionnalité du trafic aux chiffres des populations mis en rapport, principe qui aurait sa raison d'être dans des cas de populations d'un développement industriel analogue. Nous pensons aussi que, si le commerce italo-germain et franco-italien est susceptible d'un très grand développement, ce dernier n'aurait lieu cependant qu'après une certaine période, car les courants industriels et commerciaux ne se déplacent pas du jour au lendemain, et il faut qu'un nouvel état de choses prenne son assiette avant de donner des résultats. Ces diverses réflexions sont de nature à donner de bonnes espérances quant au résultat final des lignes alpines, mais elles doivent inspirer en même temps une grande réserve quant aux appréciations actuelles.

Intensité numérique du futur trafic continental entre l'Italie d'une part; la France, l'Allemagne et les Pays-Bas d'autre part.

En attribuant au trafic continental de nos lignes une intensité égale au *quart* du tonnage obtenu, si l'on compare la population suisse actuellement desservie avec la population des rayons futurs, nous croyons être à l'abri du reproche de vues trop optimistes. Une telle base nous conduit à fixer le tonnage du passage central (trafic continental entre l'Italie et le Nord, sauf la Suisse) à $\frac{600,000}{4}$ = 150,000 tonnes; celui de la Greina à $\frac{750,000}{4}$ = 187,500 tonnes, et celui du Simplon à $\frac{700,000}{4}$ = 175,000 tonnes. Toutefois, à raison du trafic spécial des houilles, trafic qui serait acquis à cette dernière ligne et très problématique quant au St-Gothard et à la Greina, nous augmenterons le tonnage présumé d'une ligne par le Simplon de 35,000 tonnes environ, et nous le porterons à 210,000 tonnes.

Résumé du trafic des marchandises. Intensité numérique.

Nous pouvons résumer maintenant les divers éléments développés, quant au *trafic de marchandises* probable des trois lignes italo-suisses.

On a

		D. Simplon.	E. St-Gothard.	F. Greina.	G. Combinaison Simplon-Greina.
		Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Trafic colonial.	Marchandises alimentant depuis le port de *Gênes* une partie de la *Suisse* et du *Sud-Ouest* de l'*Allemagne*	70,000	52,500	56,200	83,000

Trafic continental.

1° Trafic *Italo-Suisse*. Marchandises taxées au quintal . . .	60,000	45,000	40,000	60,000
2° Trafic *Italo-Suisse*. Marchandises taxées au collier	24,000	18,000	16,000	24,000
3° Trafic *Italo-Suisse*. Marchandises lourdes taxées à la valeur .	60,000	50,000	50,000	60,000
4° Trafic entre *l'Italie* d'une part, *la France les Pays-Bas et l'Allemagne* d'autre part, compris les houilles pour le Simplon . .	210,000	150,000	187,500	285,000
Total :	424,000	315,500	349,700	512,000
Soit en chiffres ronds :	425,000	315,000	350,000	515,000
5° Bétail. Grosses bêtes.	54,000	40,000	36,000	54,000
Petites bêtes .	54,000	40,000	36,000	54,000
Total :	108,000	80,000	72,000	108,000

Trafic des voyageurs.

Trafic des voyageurs. Intensité numérique.

Il nous reste à parler encore du trafic des voyageurs.

La circulation actuelle, sur les quatre passages suisses du Splügen, du Bernhardin, du St-Gothard et du Simplon ne dépasse pas le chiffre de 12,000 personnes, selon le relevé des postes fédérales. La circulation du Mont-Cenis, a été en 1862 d'après des données analogues de 40,000 personnes. Cette proportion ne laisse pas que de paraître anormale, et ne s'explique que par les facilités du trajet du Mont-Cenis, par la célérite relative et la régularité du service postal des messageries impériales.

L'appréhension du passage des Alpes, en général plus forte que les difficultés réelles, engage le voyageur à ne pas choisir la route la plus directe mais celle qui est la plus facile à son avis. Il ne faut pas oublier au reste que le Mont-Cenis ne comporte qu'une lacune

de 77 kilomètres entre les aboutissants des railways établis, (St.-Michel et Suse), tandis que la distance à franchir est de 172 kilomètres pour le Simplon et de 250 pour le St-Gothard.

Cette situation très différente des principaux passages alpins tendra à se niveler lorsque les cols suisses seront traversés à l'aide de chemins de fer. On peut même dire qu'après l'établissement des lignes quelques passages du centre jouiront d'une faveur particulière, à raison de leur trajet plus direct et des facilités qu'ils présenteront pour la circulation à grande vitesse. Cette considération nous conduit à partir dans notre estimation, non pas de la circulation actuelle des cols suisses, mais de la circulation totale, compris le Mont-Cenis. Nous aurons par conséquent un chiffre de (12,000 + 40,000) = 52,000 voyageurs, réparti sur deux ou sur trois lignes, selon qu'on suppose à côté du Mont-Cenis, l'une des trois lignes, Simplon, St-Gothard et Greina, ou les deux lignes Simplon et Greina combinées. La circulation de chaque passage pourrait être estimée en conséquence sur la base de $\frac{52,000}{3} = 17,500$ voyageurs de circulation actuelle.

Pour tirer de ce chiffre une conclusion, quant au trafic futur, nous suivrons une méthode déjà appliquée par quelques auteurs.

Nous établirons sur d'autres lignes le rapport entre la circulation des voyageurs de poste et la circulation postérieure obtenue après l'établissement des railways. Ce mode apparamment fort hypothétique, est le seul qui se présente à l'esprit.

Circulation probable des voyageurs sur les lignes alpines.

Sur les lignes suisses la circulation en chemin de fer est devenue quinze fois plus forte que la circulation préexistante par les diligences. Cette proportion semble pouvoir être appliquée aux lignes alpines, car si ces lignes étaient privées dans leur partie centrale du trafic local, elles jouiraient par contre d'une faveur exceptionnelle de la part des nombreux touristes, qui visitent actuellement déjà la Suisse et qui profiteraient en très grand nombre des facilités des nouvelles artères pour mettre le pied sur le sol italien. Si l'on tient compte, en outre, du grand développement que vont prendre les relations commerciales entre l'Italie et le Nord et si l'on envisage que le mouvement des voyageurs dépend lui-même sur une certaine échelle du mouvement des marchandises, on ne trouvera pas anormal que nous appliquions aux lignes alpines la proportion trouvée sur d'autres lignes quant à l'accroissement de la circulation des voyageurs. Comme der-

nier élément acquis sous ce rapport nous croyons devoir citer encore le trafic des voyageurs vers l'Orient et vers les Indes. Selon le relevé du trafic des paquebots des messageries impériales françaises sur la Méditerrannée, ce mouvement est très considérable et n'occupe pas moins de 42 grands navires. Quel doute existe sur cette assertion que les lignes alpines, à raison de leur plus grande célérité, l'emporteront, quant au trafic des voyageurs, sur la concurrence maritime.

Si, par prévoyance, nous adoptons pour les chemins de fer italo-suisses une augmentation dans le rapport comme 1 est à $11_{,5}$ seulement, nous arrivons pour chaque ligne, supposée seule établie, à un chiffre de voyageurs = 200,000 et dans l'hypothèse Simplon-Greina à un chiffre de 300,000 voyageurs. En appliquant ces chiffres indistinctement quant aux trois passages, nous faisons abstraction de la position différente des lignes, au point de vue de la rapidité des transports et nous partons par conséquent d'une hypothèse relativement favorable au St-Gothard, puisqu'il résulte des développements du § 4 que cette dernière ligne serait dans une position inférieure par rapport aux deux tracés rivaux Simplon et Greina.

Recette brute.

Recette brute probable des lignes alpines

Procédant à l'évaluation de la recette brute qui doit correspondre aux nombres des voyageurs et aux tonnages de marchandises ci-développés, nous observerons en tout premier lieu que nous devons adopter pour notre estimation des tarifs différents, conformément aux principes que nous avons pris pour base de nos calculs sur les rayons de trafic.

Tarifs moyens sur les trois lignes alpines italo-suisses

Le coût moyen d'une *tonne de marchandise* transportée sur un chemin de plaine à un kilomètre, étant de $7\ ^1/_2$ centimes, nous croyons devoir fixer le coût moyen comme suit sur les tracés alpins :

Sur la ligne du Simplon, $8_{,50}$ centimes.
» de la Greina, $9_{,25}$ »
» du St-Gothard, $10_{,00}$ »

Ces taux se rapportent sensiblement au surplus de coût d'exploitation et aux distances additionnelles, dont nous avons supposé grevés les chemins gravissant des altitudes considérables[52].

Par un calcul analogue, on arrive à substituer au taux moyen, par *voyageur parcourant un kilomètre* ($6\ ^1/_2$ centimes), les tarifs ci-après :

Sur la ligne du Simplon,		$7,_{50}$	centimes.
»	de la Greina,	$8,_{00}$	»
»	du St-Gothard,	$8,_{50}$	»

Quant au *trafic de bétail* les tarifs ordinaires varient entre 8 cent. (bœufs, taureaux et vaches) et 16 cent. (chevaux, mulets et ânes) par individu et par kilomètre pour le gros bétail. Le prix moyen du petit bétail est de 3 cent. par tête et par kilomètre.

Eu égard à ce que le trafic de bétail par les lignes alpines consisterait surtout en bêtes à cornes, nous croyons devoir rester avec nos tarifs plus près du chiffre de 8 cent. que de celui de 16 cent. Nous adopterons en conséquence les tarifs suivants :

	par tête de gros bétail	par tête de petit bétail.
D. Simplon	$10,_{00}$ c.	$3,_{00}$ c.
E. St-Gothard	$12,_{00}$ c.	$4,_{00}$ c.
F. Greina	$11,_{00}$ c.	$3,_{50}$ c.

En vertu de ces diverses données, on peut déterminer le produit brut kilométrique de chaque ligne.

On a :

[52] En attribuant, comme nous le ferons dans la suite, à chaque tracé alpin une longueur de 150 kilomètres environ on arrive, pour le St-Gothard à un surplus de recette par tonne de marchandises $150k_{00} \times 1,_5$ c. = fr. $2,_{25}$ par rapport au Simplon. Le parcours additionnel de (91 — 31) = 60 kilomètres que nous avons attribué au St-Gothard relativement au Simplon est donc compensé par les tarifs plus bas du dernier passage à raison de fr. $2,_{25} : 60k = 3,_{75}$ c. par kilomètre. C'est à peu près le chiffre d'économie auquel nous sommes arrivés (page 75) pour dix mètres de hauteur franchie en moins et auquel nous avons supposé un parcours supplémentaire de un kilomètre, comme équivalent. Quant aux tarifs des voyageurs, nous les avons adoptés un peu trop élevés sur le St-Gothard par rapport au Simplon. En réalité la recette du St-Gothard devrait donc être un peu inférieure.

Recette brute des trois lignes italo-suisses.

		Francs.
D. **Simplon.**	Trafic des voyageurs, 200,000 voyageurs à 7,5 centimes par kilomètre	15,000
	Trafic des marchandises, 425,000 tonnes à 8,5 centimes par kilomètre	36,125
	Trafic de bétail, 54,000 grosses pièces à 10 c. par tête et par kilomètre	5,400
	Trafic de bétail, 54,000 petites pièces à 3 c. par tête et par kilomètre	1,620
	Recette brute kilométrique totale,	58,145
E. **St-Gothard.**	Trafic des voyageurs, 200,000 voyageurs à 8,5 centimes par kilomètre	17,000
	Trafic des marchandises, 315,000 tonnes à 10,0 centimes par kilomètre	31,500
	Trafic de bétail, 40,000 grosses pièces à 12 c. par tête et par kilomètre	4,800
	Trafic de bétail, 40,000 petites pièces à 4 c. par tête et par kilomètre	1,600
	Recette brute kilométrique totale,	54,900
F. **Greina.**	Trafic des voyageurs, 200,000 voyageurs à 8,0 centimes par kilomètre	16,000
	Trafic des marchandises, 350,000 tonnes à 9,25 par kilomètre	32,375
	Trafic de bétail, 36,000 grosses pièces à 11 c. par tête et par kilomètre	3,960
	Trafic de bétail, 36,000 petites pièces à 3,5 c. par tête et par kilomètre	1,260
	Recette brute kilométrique totale,	53,595

On voit par cette estimation que la recette brute kilométrique des trois lignes (aux environs de 55,000 francs) ne présenterait pas un écart très considérable, bien que le trafic et le tonnage des chemins alpins soient d'après nos hypothèses assez différents. Ce dernier élément se trouve compensé par les tarifs relativement élevés que nous

avons adoptés ponr le St-Gothard et la Greina, par rapport au Simplon. En procédant de cette façon, nous sommes restés conséquents dans l'application du principe des tarifs différents et du bénéfice égal par unité de transport (voyageur ou tonne de marchandise). Mais il découle aussi de là que les chiffres ci-dessus ne sont pas encore de nature à donner une appréciation de la position commerciale des artères concurrentes. Une telle appréciation ne peut être obtenue qu'après que nous aurons établi le coût kilométrique moyen d'exploitation, et par là la *recette nette kilométrique*.

Motifs à l'appui du choix de chiffres kilométriques pour la recette et la dépense.

En terminant il nous incombe encore à expliquer pourquoi nous adoptons pour chaque tracé alpin une recette kilométrique plutôt qu'une recette brute totale sur tout son parcours. Il est très difficile de prévoir, dès à présent, les combinaisons qui se feraient après l'établissement de l'une ou l'autre ligne italo-suisse, quant à l'étendue du tracé alpin proprement dit, sa gérance et le partage des bénéfices entre les divers bénéficiants. Un seul fait paraît ressortir clairement : c'est celui que la création d'une grande artère de transit doit procurer pour le moins autant d'avantage aux Compagnies suisses qui aboutissent actuellement vers les cols qu'aux chemins de fer alpins proprement dits. Dans notre opinion on pourrait même aller plus loin et affirmer que les bénéfices de l'entreprise d'une ligne alpine ne seraient jamais directs, que ces bénéfices se traduiraient pour l'Italie et le port de Gênes par un immense développement commercial, pour la Suisse par l'élément de richesse que procure un grand transit aux contrées traversées et par une meilleure alimentation coloniale; pour les autres pays par le même facteur, enfin pour les Compagnies de chemins de fer suisses *par un service abondant qui rendrait florissante leur position actuellement peu enviable.* Ces divers intérêts doivent coopérer dans la limite de leurs forces et du résultat à obtenir à la création de ces grandes entreprises, soit par des subventions, soit de tout autre manière. En ce qui concerne les Compagnies aboutissantes, on ne peut trop compter sur elles pour de fortes allocations quant au capital d'établissement, mais on trouvera un appui plus important, en les engageant à abandonner à l'entreprise de la ligne alpine une partie du bénéfice qu'elles sont appelées à retirer de la création d'un puissant trafic international. Cette solidarité entre les divers intéressés étant reconnue, on ne doit trop s'astreindre à établir la position des lignes alpines, en ayant égard à

la simple traversée de la montagne. De même qu'il est probable que l'une ou l'autre des lignes du St.-Gothard ou de la Greina une fois établie absorberait le réseau tessinois, de même aussi nous pouvons comprendre dans le domaine du Simplon ses aboutissants entre Gozzano et Domo d'Ossola au midi, entre Brigue et Sion et au delà du côté septentrional des Alpes [53]. Allant plus loin on pourrait même considérer de grandes artères divisées par l'intérêt, comme celles par exemple qui s'étendent de Novi à Olten par le Simplon ou par le St-Gothard.

Mais outre qu'une telle manière de traiter le problème présenterait des difficultés en vue du partage du trafic qui s'opérerait en route, nous croyons encore ne pas devoir préjuger des combinaisons futures qui dépendent de circonstances nombreuses et imprévues. En conséquence il nous a paru plus simple de prendre pour base de nos appréciations des chiffres kilométriques de recette et de dépense. Ces chiffres donnent assez complètement la position respective des lignes, si l'on considère la *recette nette* par kilomètre, et si l'on établit le coût kilométrique de l'exploitation, en prenant pour base de cette estimation *des tronçons également longs pour les trois artères;* car autrement on arriverait à des chiffres moyens non concluants et en apparence défavorables à ceux des tracés auxquels on attribuerait un très faible parcours, puisque la traversée du col et son coût d'exploitation relativement élevé, influenceraient dans ce cas plus fortement le coût kilométrique moyen.

Considérations finales sur le trafic des lignes italo-suisses.

Nous terminons ici le paragraphe qui se rapporte au *trafic absolu* des lignes alpines italo-suisses, et en général nos recherches sur le trafic de ces lignes. Si la longueur de nos dissertations et leur caractère souvent fort spécial ont éxigé de la part du lecteur une patiente attention, nous le prions de considérer que des questions de cette nature ne se traitent pas au gré de l'auteur, que les développe-

[53] D'après de récentes combinaisons la ligne d'Italie aurait déjà abandonné à une société anglaise, concessionnaire de la ligne de Gozzano la construction et l'exploitation de la ligne de Sion à Brigue et de là à Domo-d'Ossola par le Simplon.

ments deviennent nécessairement longs et souvent arides du moment que l'on substitue à une argumentation par de belles phrases la discussion sérieuse et méthodique des faits. L'étude du trafic forme la partie la plus importante de notre tâche; elle prime les autres chapitres dans ce sens que du trafic dépendent en premier lieu la raison d'être d'une entreprise de chemin de fer, sa vitalité et son résultat financier. Les autres facteurs, notamment les frais d'exploitation dépendent directement du trafic tout en l'influençant à leur tour. Malgré cette influence réciproque nous avons cru devoir traiter le paragraphe du trafic en premier lieu.

En cela nous partons encore d'un principe logique et naturel depuis longtemps confirmé par les faits. C'est qu'une compagnie de chemins de fer ne peut prendre raisonnablement pour point de départ de sa gérance des tarifs rigoureux et invariables. Plutôt que de traduire son exploitation économique par un plus grand bénéfice unitaire, par suite, plutôt que de gagner un centime de plus par tonne, elle cherchera à obtenir un trafic plus abondant, à augmenter ses transactions de quelques milliers de tonnes. Pour arriver à ce dernier résultat elle fera des prix avantageux au commerce pour tout le trafic à grande distance qui supporte la concurrence. En ce qui concerne ce trafic, la question n'est donc pas de savoir si la compagnie gagnera par tonne 4 ou 5 centimes, mais bien si elle aura cette marchandise ou si elle ne l'aura point, si elle gagnera quelque chose où si elle ne gagnera rien. En face de cette alternative, le choix ne paraît guère douteux. Ces considérations viennent encore à l'appui de la base que nous avons adoptée et elles expliquent que nous ayons traité du trafic probable des chemins de fer alpins en tout premier lieu, en introduisant implicitement les recherches sur les frais d'exploitation pour appuyer par quelques calculs nos coëfficients de réduction, basés sur le principe du bénéfice égal par unité de poids remorqué ou par voyageur transporté.

Art. 2. — FRAIS D'EXPLOITATION ET RECETTE NETTE

§ 1. — Données générales.

Frais d'exploitation et recette nette

Données générales

Les frais d'exploitation d'un chemin de fer se rapportent à cinq éléments principaux : *a)* à l'*administration générale* ou centrale de la ligne ; *b)* au coût d'*entretien et de surveillance de la voie : c)* à la *traction* (conduite des locomotives, réparation, combustion, alimentation d'eau et graissage) et à l'*entretien du matériel ; d)* au personnel du *service d'expédition*, des gares et stations et des trains.

Avant d'aborder successivement ces divers éléments, il est nécessaire que nous établissions, dans chaque hypothèse de tracé, le nombre de trains nécessaires, pour satisfaire au trafic des voyageurs et des marchandises. Ce nombre varie naturellement avec le chargement des trains, et par conséquent avec les rampes. Nous devons à cet effet prendre en considération deux cas principaux : 1) celui d'un chemin de plaine ayant des rampes et pentes successives, dont le maximum ne dépasse par 10 pour mille ; 2) les chemins de montagnes dont les inclinaisons atteindraient jusqu'à 26 pour mille (St-Gothard). En ce qui concerne ces dernières déclivités, nous observerons encore que le chargement doit être estimé le même sur le parcours entier, tant montée que descente ; car il est évident qu'on ne peut songer à modifier le tonnage utile en route (vu la nullité du trafic local) et que les locomotives en double traction seront toujours dans l'obligation de redescendre le versant opposé pour aider ensuite à la remorque d'un train retournant, ou de rejoindre depuis le sommet le point de départ sur le même versant.

Nous avons trouvé à l'article précédant un nombre annuel de voyageurs constant de 200,000 personnes pour chacun des trois passages.

Charge brute à remorquer par les trains à voyageurs.

Nous avons mentionné aussi que d'après les données statistiques aquises chaque voyageur entraîne la remorque d'une charge brute de 620 kilogrammes compris son propre poids. Le poids total à remorquer par les locomotives à voyageurs pourrait être estimé en conséquense à 200,000 voyageurs × 620 kilogrammes = 124,000,000 de kilogrammes ou 124,000 tonnes métriques.

Quant aux marchandises nous avons obtenu :

D	Dans l'hypothèse d'une ligne par le	Simplon	425,000 tonnes,
E	» » » » »	St-Gothard	315,000 »
F	» » » » »	Greina	350,000 »

Auquel trafic il faut ajouter celui du bétail :

D	Dans l'hypothèse d'une ligne par le	Simplon,	108,000 pièces
E	» » » » »	St-Gothard,	80,000 »
F	» » » » »	Greina,	72,000 »

Le poids brut moyen remorqué par tonne utile de marchandise, étant selon les relevés statistiques de $2,_3$ tonnes en moyenne, on obtient pour les tonnages ci-dessus les charges brutes remorquées qui suivent :

Charges brutes à remorquer pour le trafic des marchandises.

	Tonnes utiles				Tonnes brutes
D *Simplon* . . .	425,000	×	$2,^3$	=	977,500
E *St-Gothard* . .	315,000		»		724,500
F *Greina* . . .	350,000		»		805,000

Quant au trafic de bétail, il absorbe sur les lignes de plaine une mise en mouvement assez considérable du matériel. Un wagon écurie contenant 7 stalles pour chevaux, portant à raison de 500 kilogrammes de poids d'un cheval, environ 3,500 kilog. de charge utile, ne pèse pas moins de 7000 kilog., d'où l'on pourrait inférer une charge brute totale de 1000 kilog. par pièce de gros bétail. Ce cas suppose cependant les wagons occupés au grand complet. En réalité, le poids brut serait donc plus considérable. A ce dernier égard, nous observerons qu'il est rare que les transports de bétail arrivent isolément. Ces transports partent le plus souvent des grandes foires, de lieux de rassemblement de troupes et d'expositions agricoles. On obtient par là des chargements assez complets. Les lignes alpines seraient particulièrement au bénéfice de telles circonstances. Aussi croyons-nous faire le compte d'une manière suffisamment prévoyante, en portant par pièce de gros bétail une charge brute de $2,_8$ tonnes, ce qui suppose environ 4 places occupées sur sept. Par un calcul analogue, nous arrivons à compter par pièce de petit bétail une charge brute de 500 kilog. environ.

Sur ces données, on peut estimer le poids brut à remorquer sur chaque ligne, pour le transport du bétail, comme suit :

Charge brute à remorquer pour le trafic de bétail.

		Tonnes brutes
D **Simplon.**	Gros bétail, 54,000 pièces × 2,5 tonnes =	135,000
	Petit bétail, 54,000 » × 0,5 » =	27,000
	Total . .	162,000
E **St-Gothard.**	Gros bétail, 40,000 pièces × 2,5 tonnes =	100,000
	Petit bétail, 40,000 » × 0,5 » =	20,000
	Total . .	120,000
F **Greina.**	Gros bétail, 36,000 pièces × 2,5 tonnes =	90,000
	Petit bétail, 36,000 » × 0,5 » =	18,000
	Total . .	108,000

Résumant sous une seule rubrique la charge brute à remorquer pour les marchandises et le bétail on a :

D **Simplon.**	Charge brute pour marchandises,	977,500	tonnes.
	» » » bétail,	162,000	»
	Charge brute totale . .	1,139,500	»
F **St-Gothard.**	Charge brute pour marchandises,	724,500	»
	» » » bétail,	120,000	»
	Charge brute totale . .	844,500	»
G **Greina.**	Charge brute pour marchandises,	805,000	»
	» » » bétail.	108,000	»
	Recette brute totale . .	913,000	»

Types de locomotives à marchandises et puissance de remorque.

Comme point de départ de nos calculs, nous supposerons que l'on se servirait de locomotives de types existants, tant pour les chemins de plaine que pour les rampes de 25 pour mille. Nous prendrons à cet effet les *locomotives à marchandises du chemin de fer du Central-Suisse*, qui sont combinées pour le service simultané sur les lignes inférieures et les rampes du Hauenstein et qui semblent donner de très bons résultats quant à la marche économique et à la puissance de remorque. Ces locomotives pèsent environ 45 tonnes approvisionnement moyen

compris[54]; elles trainent facilement des charges brutes de 300 tonnes sur les rampes de 10 à 12 pour mille; de 120 à 150 tonnes[55] sur les rampes de 20 à 26 pour mille. Pour estimer le parcours de locomotives ou de trains, nécessaire dans les deux hypothèses de rampes, nous n'aurons qu'à diviser les tonnages bruts totaux par la charge brute moyenne admissible par locomotive. De cette manière nous obtenons, sur les trois lignes, pour le mouvement des marchandises, ces parcours :

D. *Simplon*, $\frac{1,139,500 \text{ tonnes brutes p' année}}{300 \text{ tonnes brutes par train}}$ = 3798 trains par année et $\frac{3798}{365}$ = 10 trains par jour. Nombre de trains à marchandises.

E. *St-Gothard*, $\frac{844,500 \text{ tonnes brutes par année}}{300 \text{ tonnes brutes par train}}$ = 2815 trains par année et $\frac{2815}{365}$ = 8 trains par jour.

F. *Greina*, $\frac{913,000 \text{ tonnes brutes par année}}{300 \text{ tonnes brutes par train}}$ = 3043 trains par année et $\frac{3043}{365}$ = 8 à 9 trains par jour.

Note nº 54.

CENTRAL-SUISSE

TYPES de MACHINES	POIDS sans eau ni charbon.	POIDS avec eau et charbon.	POIDS avec approvisionnement moyen.
Locomot^rs à voyageur	27,500 kilog.	38,500 kilog.	35,000 kilog.
» mixtes. .	33,000 »	45,000 »	40,000 »
» marchandises . . . (Engerth.)	37,000 »	50,000 »	45,000 »

[55] Sur une pente de 12 pour mille, l'effort à exercer par la locomotive pour une charge de 300 tonnes peut être estimé comme suit :

Locomotive poids moyen 45 tonnes,	Frottement du mécanisme,	0,015 ×	45,000 k. =	675 k.
	Effet de la gravité,	0,012 ×	45,000 k. =	540 k,

Ce résultat est calculé dans l'hypothése de lignes de plaine, ayant des rampes peu continues, de 10 à 12 pour mille au maximum. Sur les chemins à fortes déclivités (20 à 26 pour mille) nous ne pouvons plus admettre qu'une charge brute remorquée de 150 tonnes par locomotive, à savoir la moitié du poids remorqué dans les conditions normales. Les nombres des trains deviendraient par là doubles de ceux que nous venons de fixer, si l'on supposait chaque train à marchandises remorqué par une locomotive de 45 à 50 tonnes. Mais il nous paraît plus simple, plus conforme aux exigences d'une exploitation facile et régulière, de supposer pour les trains parcourant les fortes déclivités, la même charge brute de 300 tonnes, remorquée ici toutefois à double traction c'est-à-dire par deux locomotives. Le nombre des trains resterait donc constant dans les hypothèses de lignes de plaines et de chemins de montagnes et le parcours des locomotives seulement serait doublé sur de fortes rampes. Il deviendrait:

Parcours annuel des locomotives à marchandises.

D. sur la ligne du *Simplon* de 7596 locomotives parcourant annuellement chaque kilomètre à forte déclivité.

E. » » » du *St-Gothard* » 5630 »

F. » » » de la *Greina* » 6086 »

Wagons et chargement.	Frottement de roulement.	0,004 × 300,000 k. = 1,200 k.
	Effet de la gravité.	0,012 × 300,000 k. = 3,600 k.
	Effort total . .	6,015 kil.

et travail dynamique par kilomètre parcouru 6,015,000 kilogrammètres. Sur une rampe de 25 pour mille on a, avec un chargement de 150 tonnes par locomotive:

Locomotive.	Frottement du mécanisme,	0,015 × 45,000 k. = 675 k.
	Effet de la gravité.	0,025 × 45,000 k. = 1,125 k.
Wagons et chargement.	Frottement de roulement.	0,004 × 150,000 k. = 600 k.
	Effet de gravité,	0,025 × 150,000 k. = 3,750 k.
	Effort total . .	6150 k.

et travail dynamique par kilometre parcouru 6,150,000 kilogrammètres.

On voit que le travail est sensiblement égal dans les deux hypothèses et que, par conséquent, on peut appliquer un prix uniforme à la traction par kilomètre parcouru, tant sur les chemins de plaine que sur les tronçons à fortes rampes, la différence du travail et de coût dans les deux hypothèses étant exprimée par la double traction des trains et par un plus fort parcours des locomotives sur les fortes rampes.

Nombre des trains à voyageurs et charge brute moyenne de chaque train.

En ce qui concerne le nombre des trains à voyageurs et le parcours respectif des locomotives, nous devons supposer des types de machines différents, et nous observerons encore que, ces machines étant destinées à marcher avec une certaine vitesse dans la plaine, il est nécessaire d'en réduire la charge brute à remorquer, puisque sans cela la production de vapeur pendant un court laps de temps ne serait plus suffisante. Une autre considération agit dans le même sens. C'est que la commodité de la circulation des voyageurs exige un plus grand nombre de trains qu'il n'en faudrait rigoureusement, si l'on ne partait que de la puissance de remorque des locomotives et de l'hypothése de trains chargés à leur maximum.

Nous croyons devoir fixer le nombre des trains à voyageurs à quatre dans chaque sens, soit 8 par jour dans les deux directions. La charge brute annuelle étant de 124,000 tonnes on obtient une charge brute journaliére de $\frac{124{,}000 \text{ tonnes}}{365 \text{ jours}} = 340$ tonnes et par train environ $\frac{340}{8} = 42\ ^1/_2$ tonnes. Cette charge est faible, elle correspond à peine à 7 véhicules à 4 roues pesant chacun environ $5^1/_2$ tonnes et contenant ensemble près de 70 voyageurs. C'est à peu prés la composition moyenne des trains sur nos lignes suisses.

Types de locomotives à voyageur, puissance de remorque et vitesse.

Sans vouloir donner à notre opinion un caractére trop définitif nous croyons devoir supposer, *pour le service des voyageurs*, des locomotives comme les *machines mixtes* des lignes de l'*Ouest-Suisse* [56], sur le parcours en plaine; et les *locomotives mixtes du Central* pour les rampes fortes. Nous ne tiendrons pas compte pour la remorque des voyageurs de la double traction sur le chemin de montagne, estimant la puissance des machines mixtes du Central suisse plus que suffisante, pour faire gravir les rampes de 25 pour mille aux trains chargés de 40 à 50 tonnes à la vitesse de 30 kilométres. Par contre nous devons admettre dans les deux hypothéses des prix unitaires un peu différents en raison du plus fort travail dynamique et de la plus forte consommation de combustible qui aurait lieu sur les rampes prononcées.

[56] Ces machines ont deux paires de roues motrices couplées de 1m,65 de diamètre. Elles peuvent marcher à une vitesse très considérable et franchissent très facilement les rampes de 10 pour mille avec des trains composés même de 12 à 15 wagons. Le poids de ces machines est de 22,240 kilogrammes sans eau, 25,000 kilog. avec eau. Le poids adhérent, réparti sur les roues motrices, est de 18,125 kilog. Les tenders pèsent, vide, 9,500 kilog., avec approvisionnement maximum d'eau et de charbon 14,250 kilog.

Les trois lignes alpines, Simplon, St-Gothard et Greina, étant douées selon nos premisses de la même circulation de voyageurs (200,000 par an) nous arrivons pour chacune d'elles à un nombre annuel de trains à voyageurs = 365 jours × 8 trains par jour, soit 2920 trains. Chaque kilométre de ligne de plaine ou de montagne sera donc parcouru annuellement par 2920 locomotives à voyageurs.

Composition des trains, nombre de wagons ou voitures

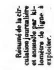
Pour ce qui concerne le parcours des wagons nous avons déjà pu voir par nos développements précédents, quant au nombre des trains à voyageurs, que chaque train serait composé de 7 à 8 wagons environs. Nous adopterons toutefois le chiffre de 10 wagons, afin de tenir compte de quelques vides en retour, du transport des bagages et postes et autres circonstances imprévues. Les dix trains journaliers qu'exige le mouvement des voyageurs donneraient lieu, par conséquent, à une remorque de 8 trains × 10 wagons = 80 véhicules qui devraient parcourir par jour chaque kilomètre de ligne. Annuellement chaque kilomètre de voie serait parcouru *sur l'une ou l'autre des trois lignes* par 365 jours × 80 voitures = 29,200 voitures à 4 roues.

La charge brute de 300 tonnes par train à marchandises suppose (selon la proportionnalité statistique de 2300 kilogrammes de charge brute par train, pour 1000 kilogrammes de poids utiles) environ 175 tonnes de poids des véhicules, soit par train environ 30 véhicules pesant chaque de 5 à 6 tonnes, et portant une charge utile de 4 à 5 tonnes. Nous adopterons par prévoyance le chiffre de 35 wagons. Partant de cette base nous obtenons sur les trois lignes et par kilométre de voie et par année le résultat qui suit :

Circulation des véhicules par kilomètre de ligne à exploiter

D. Simplon	3798	trains	à 35	véhicules	= 132,930	Véhicules parcourant annuellement chaque kilomètre.
E. St-Gothard	2815	»	»	»	= 98,525	
F. Greina	3043	»	»	»	= 106,505	

Nous résumons ces diverses données sur le mouvement des locomotives et des wagons dans le tableau ci-contre :


Résumé de la circulation journalière et annuelle par kilomètre de ligne à exploiter.

DÉSIGNATION DU MATÉRIEL.		D. SIMPLON.			E. St-GOTHARD.			F. GREINA.		
		Voyageurs.	Marchandises.	Total.	Voyageurs.	Marchandises.	Total.	Voyageurs.	Marchandises.	Total.
Nombre des trains à simple traction sur les lignes de plaine et double traction sur rampes de 20 à 25 pour mille.	PAR JOUR	8	10	18	8	8	16	8	9	17
	PAR ANNÉE	2,920	3,798	6,718	2,920	2,815	5,735	2,920	3,043	5,963
Nombre des locomotives parcourant chaque kilomètre de lignes de plaine.	PAR JOUR	8	10	18	8	8	16	8	9	17
	PAR ANNÉE	2,920	3,798	6,718	2,920	2,815	5,735	2,920	3,043	5,963
Nombre des locomotives parcourant chaque kilomètre sur rampes de 25 p. mille.	PAR JOUR	8	20	28	8	16	24	8	17	25
	PAR ANNÉE	2,920	7,596	10,516	2,920	5,630	8,550	2,920	6,086	9,006
Parcours des wagons (35 wagons par train à marchandises et 10 wagons par train à voyageurs).	PAR JOUR	80	365	445	80	270	350	80	292	372
	PAR ANNÉE	29,200	132,930	162,130	29,200	98,525	127,725	29,200	106,505	135,705

Résumé de la circulation annuelle en tenant compte de la longueur de chaque tracé.

Afin de simplifier nos calculs subséquents, quant au coût de traction et d'entretien du matériel roulant, nous préciserons dans ce paragraphe le *travail total* de remorque à effectuer, *par année*, sur les lignes du Simplon, du St-Gothard et de la Greina. Les longueurs que nous devons attribuer dans ce but aux trois tracés ne doivent présenter de grands écarts, car nous avons vu que sans cette précaution les chiffres kilométriques ne seraient plus l'expression fidèle des faits et ne sauraient être concluants, puisque la dépense moyenne deviendrait relativement forte sur les lignes douées d'un trop faible parcours en général et, par conséquent, d'un trop faible parcours en plaine à côté du trajet sur fortes rampes.

En outre, il est nécessaire de séparer, quant aux *locomotives à voyageurs et aux wagons*, le parcours sur *lignes de plaines* et sur *fortes rampes*. En effet, dans les deux hypothèses le coût unitaire ou le prix kilométrique serait différent. Cette division n'aurait plus de raison d'être pour le mouvement des locomotives à marchandises, puisque ces dernières seraient toujours chargées à leur maximum dans la plaine et pour la traversée de la montagne et que, par conséquent, leur coût unitaire par kilomètre parcouru ne devrait guère changer. La différence de travail est exprimée ici par le chargement moindre, par la double traction, soit par un double parcours sur les chemins à fortes déclivités.

Sur la ligne du **Simplon** (Gozzano-Sion, longueur : 143 kilom. dont 18 kil. à fortes déclivités) les *locomotives à marchandises* auront à effectuer un parcours annuel de :

Machines Tenders pour marchandises, système Engerth.	125 kil. × 3798 locom. =	474,750 locom. kil. sur les lignes de plaines.
	18 » × 7596 » =	136,728 locom. kil. sur les lignes en rampes.
	Total annuel, =	611,478 *kilomètres parcourus*

par les machines à marchandises.

Le parcours des locomotives mixtes (type du Central-Suisse), pour le service des voyageurs sur les rampes de 25 °/₀₀ serait :

Machines mixtes. Type Central-Suisse.	18 kil. × 2920 locomotives = 52,560 locomotives kilomètres.



Et le parcours des locomotives pour le service des voyageurs dans la plaine (type Ouest-Suisse, machines mixtes à 2 roues couplées de 1^m,65 du diamètre) :

Machines à voyageurs. (Grande-vitesse.) } 125 kil. × 2920 locomotives = 365,000 locomotive kil.

Nous avons trouvé pour le parcours total des véhicules à 4 roues, tant voyageurs que marchandises, le chiffre de 162,130 wagons franchissant annuellement chaque kilomètre. Nous obtenons, par conséquent, sur le tronçon Gozzano-Sion.

Parcours annuel.

Sur chemin de plaine,	125 kil. × 162,130 wagons	=	20,266,250 kil. wagons.	
Sur fortes rampes,	18 » × 162,130 »	=	2,918,340 »	»
	Total . .		23,184,590 »	»

Sur la ligne du **St-Gothard** nous avons entre Biasca et Zoug, une longueur de 145 kilomètres dont 95 kilomètres à fortes déclivités et 50 kilomètres de ligne de plaine. Les *locomotives à marchandises* devraient ici effectuer ces parcours :

Machines Tenders pour marchandises, système Engerth. { 50 kil. × 2815 locom. = 140,750 locom.-kil. sur les lignes de plaine.
95 kil. × 5630 locom. = 534,850 locom.-kil. sur rampes de 25°/oo

Total annuel 675,600 *kilomètres parcourus par les machines à marchandises.*

Le parcours des machines mixtes (type du Central-Suisse) pour le service des voyageurs sur les rampes de 25 °/oo serait :

Machines mixtes type du Central-Suisse. } 95 kil. × 2920 locom. = 277,400 locomotive-kilom.

Et le parcours des locomotives pour le service des voyageurs dans la plaine (type Ouest-Suisse) :

Machines à voyageurs, type Ouest-Suisse. } 50 kil. × 2920 locom. = 146,000 locomotive-kilomètres.

Le tableau page 175 nous montre que chaque kilomètre de ligne serait franchi annuellement par 127,725 véhicules à 4 roues. En conséquence nous obtenons pour le tronçon Biasca-Zoug ces résultats :

Parcours annuel.

Sur chemin de plaine	50 kil. ×	127,725 wagons =	6,386,250	kil. wagons.
Sur fortes rampes	95 » ×	127,725 » =	12,133,875	» »
		Total	18,520,125	» »

Pour la ligne de la **Greina** enfin nous n'aurions, entre Biasca et Coire qu'une longueur de 104 kilomètres. Mais comme, sur cette longueur, le passage de la montagne influencerait le coût kilométrique moyen d'une manière disproportionnelle par rapport aux tracés rivaux nous attribuerons à la ligne alpine un tronçon ultérieur de ligne de plaine, qui s'étendrait vers le Nord au-delà de Coire jusque vers la station de Haag. De cette façon la longueur de la ligne devient de 146 kilomètres environ, c'est-à-dire sensiblement égale à celle du Simplon ou du St-Gothard. Sur cette longueur nous avons 100 kilomètres de ligne de plaine et 46 kilomètres de parcours à fortes déclivités. Le parcours à effectuer annuellement par les *locomotives à marchandises* serait le suivant :

Machines Tenders pour marchandises, Système Engerth.	100 kil. × 3043 locom. =	304,300 locom.-kil. sur les lignes de plaine.
	46 » × 6086 » =	279,956 locomotive-kilomètres s[r] fort[es] rampes.

Total annuel 584,256 *kilomètres parcourus par les locomotives à marchandises.*

Le parcours des locomotives mixtes (type Central-Suisse) pour le service des voyageurs sur les tronçons à fortes rampes, est

Machines mixtes type Central-Suisse } 46 kil. × 2920 locom. = 134,320 locom.-kilomètres.

Pour la remorque des voyageurs sur les lignes de plaine nous aurons enfin :

Machines à voyageurs, gr[de] vitesse. } 100 kil. × 2920 locom. = 292,000 locomotive-kilom.

Chaque kilomètre de ligne, devant être franchi annuellement, selon le tableau page 175 par 135,705 véhicules à 4 roues, on obtient ces chiffres :

Lignes de plaine	100 kil.	= 135,705 wagons	=	13,570,500	wagons-kilom.		
Fortes rampes	46 »	= 135,705	» =	6,242,430	»	»	
			Total	19,812,930	»	»	

Ces préliminaires étant posés, nous allons commencer notre évaluation des dépenses d'exploitation, et nous examinerons en premier lieu le paragraphe traitant des frais généraux d'administration.

§ 2. Frais généraux d'administration.

Les dépenses qui se rapportent à l'administration centrale d'une ligne comprennent ordinairement les honoraires du ou des directeurs, du personnel de leurs bureaux, notamment du secrétariat, de la comptabilité générale et de l'économat. Les jetons de présence des administrateurs et les frais des assemblées générales entrent également dans cette rubrique. Frais généraux d'administration

Le coût d'administration centrale d'une ligne est estimé en général, comme toute dépense d'exploitation, par kilomètre de ligne administrée. En considérant les budgets des diverses sociétés, nous trouvons cependant de très grands écarts, qui tiennent en partie au caractère divergeant des organisations et qui s'expliquent aisément encore par le fait que, sur une grande ligne, la dépense kilométrique doit être relativement faible, puisque souvent avec le même personnel on peut gérer un réseau plus important.

Sur le réseau des chemins de fer suisses, les dépenses kilométriques de l'administration centrale ont varié jusqu'à présent entre 300 et 600 francs et n'ont pas dépassé le chiffre de 400 francs sur les lignes du *Central-Suisse,* qui semblent être douées d'une organisation très saine. Par rapport à l'intensité de la circulation et à la recette brute, les frais d'administration centrale entrent dans la proportion de 2 à 6 pour cent. Pour les lignes alpines, nous croyons pouvoir

adopter le premier coëfficient, qui résulte de l'exploitation des grandes lignes de transit. La recette brute des trois lignes approchant sensiblement à 50,000 francs par kilomètre, nous prendrons en conséquence le chiffre de 1000 francs pour chacune d'elles. Ce chiffre unitaire donnerait lieu à une dépense annuelle de 143,000 francs pour la ligne du *Simplon*, entre Gozzano et Sion ($143^{k},_{60}$), de 145,000 francs pour le *St-Gothard*, entre Zoug et Biasca ($145^{k},_{00}$), et de 146,000 francs pour le chemin alpin de la *Greina*, entre Biasca-Coire-Haag.

§ 2. Entretien et surveillance de la voie.

(Terrassements et ouvrages d'art.)

Entretien et surveillance de la voie.

L'entretien de la voie et sa surveillance forment deux rubriques régies par des principes un peu distincts. Nous allons les considérer cependant collectivement.

Le profil d'une ligne de fer, les rayons de courbure, les conditions géologiques du sol et le caractère climatérique des contrées traversées exercent une très grande influence sur le coût d'entretien de la voie de fer, des terrassements et des ouvrages d'art. En outre, ce coût d'entretien dépend encore, dans une forte mesure, des conditions de premier établissement, de la solidité des constructions, des matières employées (notamment quant aux bois) et de la force des rails. La circulation dont est dotée une ligne intervient enfin d'une manière presque directe et influence particulièrement le coût d'exploitation des chemins à fortes rampes; car l'exploitation de ces derniers exige non-seulement des locomotives plus lourdes, mais encore un parcours bien plus grand et souvent double de celles-ci, à raison de la double traction des trains ou de leur chargement réduit de plus de moitié. Or, l'expérience prouve que c'est au parcours des locomotives qu'il faut attribuer en majeure partie la détérioration plus ou moins prononcée des voies de fer.

Pour appuyer les chiffres que nous allons adopter, nous donnerons quelques exemples. Sur les lignes suisses, douées d'une circulation assez variée, quoique en général peu intense, le coût d'entretien de la voie présente des écarts très notables, dont on ne saurait cependant induire des conclusions trop positives, par rapport aux lignes étrangères, puisque le réseau helvétique, récemment construit, n'est

pas encore entré dans la période où l'entretien se fait d'une manière parfaitement régulière, et où le renouvellement des rails et des traverses s'opère sur une échelle importante.

Coût sur les lignes de plaines. Lignes suisses

Sur les chemins de fer de l'*Ouest-Suisse*, dont le profil comporte, outre une très grande partie en palier (environ 50 kilomètres), ou avec rampes insignifiantes, une succession de rampes et pentes ne dépassant pas 10 pour mille (environ 100 kilomètres); le coût d'entretien de la voie et de sa surveillance n'a pas atteint le chiffre kilométrique de 2000 francs durant les dernières années. Les lignes que nous mentionnons sont douées d'un trafic peu important, qui comporte par jour dix trains à voyageurs et deux trains à marchandises, soit six trains en moyenne dans chaque sens. Sur le chiffre de dépense de 2000 francs, on peut affecter environ 1300 francs à l'entretien et 700 francs au gardiennage et à la surveillance.

Lignes françaises.

Les lignes françaises appartenant aux réseaux des Compagnies du *Nord*, d'*Orléans*, de la *Méditerranée* et de l'*Est*, sont peu différentes de celles de l'Ouest-Suisse quant aux conditions du profil et du climat. Mais, douées d'une circulation très active et comportant la double voie sur le parcours presque entier, ces artères donnent lieu naturellement à un entretien relativement coûteux. Ainsi nous trouvons sur le chemin de fer du Nord (ancien réseau) une dépense kilométrique de 4100 francs en 1864 [57]; sur le chemin de fer Paris-Lyon-Marseille, pendant l'année passée encore, environ 2250 francs, dont 1600 environ pour l'entretien et 650 pour la surveillance de la voie. Nous ne connaissons pas pour les chemins de fer français de l'Est le résultat de l'année 1864, mais nous savons qu'en 1863, l'entretien et la surveillance ont absorbé une dépense kilométrique de 3460 francs sur l'ancien réseau, doué d'un mouvement qui correspond à un nombre journalier moyen de vingt-cinq trains, et à une circulation annuelle de 287,230 voyageurs et de 397,550 tonnes de marchandises. Sur le chemin de fer d'Orléans, enfin, la moyenne des dix années 1848 à 1857 donne une dépense kilométrique de 2,205 francs pour une circulation assez importante.

Eu égard à ces diverses données, nous croyons devoir admettre

[57] Cette forte dépense pour une circulation de 355,519 voyageurs et 603,652 tonnes parcourant la ligne entière, s'explique par la rapide détérioration des rails qui résulte de ce que le chemin de fer du Nord emploie des locomotives d'un poids considérable et des wagons de houille chargés en général au grand maximum, savoir de 15 à 20 tonn[s] brutes.

que le coût d'entretien et de surveillance de la voie ne dépasserait pas sur les lignes alpines le chiffre kilométrique de *trois mille francs, en tant que l'on ne considère que l'intensité de la circulation.* En effet, le passage doué du plus grand trafic, le *Simplon*, n'atteindrait pas dans nos prévisions le nombre de trains et la quantité des voyageurs du chemin de fer de l'Est français (ancien réseau) et aurait, par rapport aux marchandises, un tonnage sensiblement égal [59]. On pourrait en conséquence réduire le coût kilométrique de 3460 francs, ainsi que nous l'avons fait, à 3000 francs, d'autant plus que les terrains traversés par les lignes alpines présenteraient quelques facilités quant au gardiennage, et qu'on doit mettre en ligne de compte une notable économie sur les installations des gares et leur coût d'entretien.

Pour tenir compte de la différence dans le trafic de marchandises des trois lignes, nous attribuerons toutefois au passage par le St-Gothard le chiffre kilométrique de 2700 francs seulement ; au passage par la Greina, le chiffre moyen de 2850 francs, et au Simplon, le chiffre de 3000 francs.

Ces données partent évidemment de l'hypothèse de conditions de profil et de climatologie, peu différentes de celles que nous rencontrons sur les lignes françaises, par nous adoptées comme base de comparaison. En conséquence, nous ne pouvons appliquer les chiffres kilométriques ci-développés qu'aux lignes à faibles déclivités, aux lignes d'abords des chemins alpins, soit aux tronçons : Gozzano-Domo-d'Ossola et Sion-Brigue, pour le *Simplon;* Zoug-Fluelen-Erstfeld pour le *St-Gothard*, et Somvix-Coire-Ilaag pour la *Greina*. Quant aux lignes à fortes déclivités, le coût d'entretien est très différent. Nous allons fournir à ce sujet de nouveaux exemples.

Coût sur les lignes à fortes déclivités.

Sur la ligne de *Bâle* à *Olten,* le coût kilométrique d'entretien et de surveillance ne dépasse pas 2000 francs, dans la partie peu inclinée entre Bâle et Sissach, mais il atteint le chiffre considérable de 5800 francs, soit près du triple, sur le tronçon Olten-Læufelfingen, formé d'une déclivité continue de 25 à 26 pour mille sur 8 kilomètres. Ce dernier tronçon ne possède pas des courbes particulièrement onéreuses, et son gros chiffre de dépense doit être attribué en tout premier lieu à l'influence de la pente, à l'effet des freins et au par-

[59] Dix-huit trains journaliers, au lieu de vingt-cinq [Est français], 200,000 voyageurs, au lieu de 287,230, et 415,000 tonnes, au lieu de 397,550.

cours relativement considérable des locomotives. La circulation de ce tronçon n'atteint pas celle entrevue pour les lignes alpines, quant aux marchandises, mais lui est supérieure quant aux voyageurs. Prenant la moyenne entre ces deux facteurs on trouve un tonnage brut peu en dessous de celui que nous avons attribué au St-Gothard.

L'exemple que nous venons de poser est relativement avantageux aux lignes à fortes déclivités. Sur la ligne de *Turin à Gênes* (Plan incliné des Giovi entre Gênes et Busala) et sur le chemin du *Sœmmering* la dépense kilométrique pour l'entretien et la surveillance de la voie dépasse le chiffre considérable de 10,000 francs. Ce résultat extraordinaire trouve cependant son explication, sur la première ligne, par la rampe relativement forte (28 à 35 pour mille) et par un trafic hors ligne; sur le chemin alpin du Sœmmering par les nombreuses courbes à petit rayon (180 mètres), qui favorisent l'usure de la voie sur une bien plus forte échelle, qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord. Bien que ces causes de détérioration n'existeraient pas au même degré sur les lignes alpines suisses, on peut se persuader néanmoins qu'une dépense kilométrique de 5800 francs comme celle qui a lieu sur le tronçon Lænfelfingen-Olten, est relativement moderée[59]. Si l'on met en ligne de compte, pour le Simplon une circulation plus active; pour le St-Gothard et la Greina les obstacles climatériques inhérents aux lignes qui gravissent les altitudes considérables de 1100 et de 1350 mètres : on ne trouvera pas extraordinaire que nous attribuions aux lignes alpines *une dépense kilométrique de 6500 francs* pour l'entretien et la surveillance des parties de chemin fortement inclinées et douées d'un plus grand nombre de courbes à petit rayon.

Ces bases étant posées pour notre estimation, il s'agit de trouver sur les trois lignes alpines le prix kilométrique moyen, en tenant compte de la longueur plus ou moins grande du parcours sur fortes déclivités, dans chaque hypothèse. On a :

D **Simplon** parcours GOZZANO-SION 143k00 dont 18k00 à fortes rampes.	Coût d'entretien et de surveillance sur fortes rampes . .	18k00 à Fr. 6500	= Fr. 117,000	Résumé et coût kilométrique moyen de l'entretien et de la surveillance de la voie sur les lignes alpines Italo-Suisses
	Coût d'entretien et de surveillance sur chemins ordinair.	125k00 » 3000	» 375,000	
	Coût total,		492,000	
	et coût kilométrique moyen 492,000 fr. : 143k00		» 3,440	

[59] Ce tronçon a été parcouru en 1863 par 15 à 20 trains remorquant 324,000 voyageurs et 254,000 tonnes de marchandises.

E **St-Gothard** parcours Biasca-Zoug 145^k_{00} dont 95^k_{00} à fortes déclivités.	Coût d'entretien et de surveillance sur fortes rampes . .	95^k_{00}	à Fr. 6500	= Fr. 617,500
	Coût d'entretien et de surveillance sur chemins ordinair.	50^k_{00}	» 2700	» 135,000
	Coût total,			752,500
	et coût kilométrique moyen 752,500 fr. : 145^k_{00}			» 5,190

F **Greina** parcours Biasca-Haag 146^k_{00} dont 46^k_{00} à fortes rampes.	Coût d'entretien et de surveillance sur fortes rampes . .	46^k_{00}	à Fr. 6500	= Fr. 299,000
	Coût d'entretien et de surveillance sur chemins ordinair.	100^k_{00}	» 2850	» 285,000
	Coût total,			584,000
	et coût kilométrique moyen 584,000 fr. : 146^k_{00}			» 4,000

§ 3. — Traction et entretien du matériel.

Traction et entretien du matériel — Coût de la traction par kilomètre parcouru par une locomotive.

Dans le § 1 de cet article, nous avons calculé les parcours des locomotives et wagons nécessaires pour satisfaire, sur chacune des trois lignes italo-suisses, au trafic des voyageurs et des marchandises que nous lui avons supposé. Avant d'appliquer ces chiffres et de rechercher la dépense correspondante, nous devons examiner le coût comparatif du parcours d'un kilomètre, par une locomotive ou par un wagon, sur les lignes de plaine et sur les chemins à fortes déclivités.

Le coût du kilomètre parcouru par une locomotive, remorquant un train, varie en raison du type de la machine, de la charge remorquée ou du profil de la ligne (soit du travail effectué par kilomètre) et aussi en raison du coût des matières, charbon, graisse, eau, etc.

Les machines locomotives du chemin de fer *Central-Suisse* (marchandises), que nous avons prises pour point de comparaison, entraînent par kilomètre parcouru une dépense de 0 fr. 80 c. environ[60], étant

[60] Sur le chemin de fer du Nord français le coût kilométrique de la traction est de 0 fr. 81 en moyenne (1864) Celle ligne se trouve dans une position relativement favorable, traversant les plus grands bassins houillers du continent européen et ayant le combustible à très bon compte. Le chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée n'est pas au bénéfice de circonstances aussi favorables, mais douée, par contre, de trains très chargés. Le coût kilométrique de la traction devient sur ces lignes de 1 fr. 14 c. Sur les chemins de fer de l'Est enfin nous trouvons le chiffre de 0 fr. 73 c. (année 1862, compris l'entretien du matériel).

chargées en moyenne sur les lignes de plaine de 80 à 90 tonnes de poids brut à remorquer. Cette dépense de fr. 0.80 se décompose comme suit :

1° Personnel (Mécanicien et chauffeur) . .	12,₂ c.
2° Combustible (houille ou coke) et primes	35,₅ »
3° Graissage et primes d'économie . . .	2,₉ »
4° Alimentation	1,₆ »
5° Réparation, éclairage, divers	27,₈ »
Total	80,₀ c.

Comme la charge brute à traîner correspondrait selon nos calculs relatifs aux nombre de trains des chemins de fer alpins au maximum du travail à effectuer par une locomotive, et que ce maximum n'est pas atteint normalement sur les lignes du Central-Suisse, nous devons nous attendre à un surplus dans la consommation et le coût du combustible. De plus la dépense pour le personnel devient aussi plus importante sur les fortes déclivités, à raison de la vitesse reduite des trains, qui doit avoir pour conséquence un moindre parcours kilométrique pour une même temps journalier des employés.

Coût de la traction sur les fortes déclivités.

Sur le chemin de fer du *Jura-Industriel*, qui emploie le même type de locomotives que le Central-Suisse, mais qui comporte par contre une notable portion de son parcours en rampe continue de 25 à 27 °/₀₀, le coût de la traction par kilomètre parcouru est de 1 fr. 75 environ, pour une charge brute remorquée moyenne, de 45 tonnes seulement (non compris les frais d'entretien du materiel et le personnel du train). Dans des conditions de chargement un peu supérieur, mais avec un profil plus favorable on a dépensé sur le chemin du *Sœmmering*, en Autriche, environ 2 fr. 15 c. par kilomètre parcouru par une locomotive. Un exemple plus concluant nous est fourni par le chemin de fer du Central même. Sur le tronçon *Sissach-Olten*, qui comporte des rampes de 25 à 26 pour mille sur la presque totalité de sa longueur, la dépense kilométrique pour la traction est de 1 fr. 50 c. pour les trains marchant avec une machine et de 3 fr. pour ceux remorqués par deux locomotives. Cette donnée présente une grande analogie avec le cas qui se présente pour l'exploitation des lignes alpines. Non seulement les locomotives sont du même type que celui par nous adopté, mais encore elles sont sur le



tronçon Olten-Sissach, sensiblement chargées au maximum de ce qu'elles peuvent traîner. Les conditions de rampes sont dans les deux cas presque identiques (25 à 26 °/₀₀).

Nous ne serions pas éloignés d'adopter le chiffre de 1 fr. 50 c. pour le coût de traction par kilomètre train. Cependant, eu égard à diverses influences favorables, nous estimerons le coût du kilomètre parcouru par la locomotive (traction) à 1 fr. 35 c. et nous décomposerons ce chiffre comme suit:

Coût adopté par kilomètre parcouru par une locomotive à marchandises sur les passages alpins Italo-Suisses

1° Personnel	0 fr.	20
2° Combustible (18k à 4 c.)	0 »	72
3° Graissage	0 »	04
4° Alimentation	0 »	04
5° Réparations	0 »	35
TOTAL ou coût kilométrique de la traction	1 fr.	35 [61].

Nous devons observer ici que le profil des lignes alpines ne serait pas en réalité aussi onéreux quant au coût kilométrique, que le profil entre Sissach et Olten. Les rampes de 25 à 26 pour mille se présentent dans le premier cas d'une manière moins continue et sont souvent interrompues par des rampes inférieures de 15 à 18 pour mille. Cette influence tend à justifier que nous n'avions pas adopté le chiffre de 1 fr. 50 c. par kilomètre.

Coût adopté par kilomètre parcouru par les locomotives à voyageurs sur les lignes de plaine

En ce qui concerne le coût de traction par kilomètre parcouru par les *machines à voyageurs* sur les lignes de plaine nous adopterons le chiffre de fr. 0. 75, un peu supérieur à celui qui résulte de l'exploitation des lignes de l'Ouest-Suisse. Sur ces dernières lignes la dé-

[61] Pour évaluer la dépense de combustible, nous partirons de coëfficients de réduction précédemment développés. On sait qu'un kilogramme de houille ou d'aglomméré contient en moyenne 7,500 calories, que chaque calorie peut produire théoriquement (en faisant abstraction des frottements et de la détente) 28,65 calories à la pression de 8 atmosphères, et qu'une calorie ne produit, dans les cas pratiques les plus favorables, que 24,65 kilogrammètres, dans les locomotives. La dépense de combustible pour un travail moyen de 6,100,000 kilogrammèt. par kilom. parcouru (voir la note n° 55) serait en conséquence de $\frac{6,100,000 \text{ kilogrammètres}}{7,500 \times 24,65}$ = 33 kilogrammes à la montée et 3 à 4 kilogrammes à la descente, en tout 36 kilogr., soit 18 kilogrammes en moyenne par kilomètre. Au prix de 0 fr. 04 le kilogramme, cette dépense correspond a une dépense kilométrique de 72 centimes pour combustible. Cette dépense est sensiblement celle du Franco-Suisse et du Jura-Industriel.

Quant au personnel, nous avons cru devoir, en raison de la vitesse réduite, doubler le chiffre obtenu sur les lignes de plaines et porter 20 cent. au lieu de 12 cent. De même, nous augmenterons les chiffres portés pour la réparation et l'alimentation, cela tant en vue de la contre-vapeur que l'on ferait agir à la descente, que eu égard aux difficultés de préserver l'eau de la congélation, etc.

pense du kilomètre locomotive se décomposerait comme suit: (Rapport officiel de la Compagnie de 1863.)

Personnel	fr.	0. 145
Combustible	»	0. 240
Graissage	»	0. 020
Entretien	»	0. 135
Total	fr.	0. 540

Si notre chiffre peut paraître relativement fort, nous observons que le prix du combustible rendu aux pieds des Alpes sera supérieur aux prix pour l'Ouest-Suisse. En outre les trains accélérés que nous supposons tendent à augmenter le coût de la traction.

Coût adopté par kilomètre parcouru par les machines mixtes (service des voyageurs sur fortes déclivités).

Sur les *chemins de montagnes* le service des voyageurs se ferait par les *machines mixtes*, type Central-Suisse, qui sont relativement pesantes et qui entraînent une bien plus forte combustion. Eu égard à ces influences, aux difficultés d'alimentation pendant l'hiver, et à l'usure rapide provoquée par les pentes, nous adopterons par kilomètre de parcours des machines mixtes le chiffre de fr. 1. 20, inférieur de fr. 0. 15 au coût kilométrique des machines à marchandises. Notre appréciation se base sur quelques analogies et sur des calculs qu'il serait long de citer ici. En général nous devons observer, que nos chiffres paraissent plutôt un peu faibles. Ce sont les résultats qu'à notre avis on pourrait obtenir par une exploitation bien organisée. Du reste, et bien que nous croyions à l'exactitude complète de nos prévisions, nous pouvons ajouter, qu'un faible écart dans les chiffres unitaires ne saurait changer, d'une manière notable, le résultat absolu de chaque ligne et encore moins sur sa position relative.

Il nous reste à parler du coût kilométrique de l'entretien du matériel, soit des wagons à voyageurs, à marchandises, etc.

Coût d'entretien par kilomètre parcouru par un véhicule à 4 roues sur les lignes de plaine.

Sur les lignes de plaine l'entretien et la réparation des wagons occasionnent une dépense moyenne de $^1/_2$ centime par essieu, soit de un centime par véhicule à 4 roues parcourant un kilomètre.

Cette dépense devient bien plus considérable sur les tronçons doués de fortes rampes. L'action destructive des freins, serrés à la descente, tend notamment à produire une usure rapide des roues. Nous ne possédons pas sur ce point des données très rigoureuses, et nous ne pensons pas même que de telles données existent dans les archives des Compagnies de railways, car pour les obtenir, il fau-

drait organiser sur les tronçons de voie doués de fortes déclivités un service spécial, empruntant toujours les mêmes wagons, dont l'usure et le coût de réparation serviraient alors de point de comparaison avec l'entretien sur les lignes de plaine. On comprend aisément qu'une telle astriction serait très gênante pour la marche de l'exploitation d'une ligne et que les sociétés, plus désireuses en général de faire des économies que d'enrichir la statistique, se soient dispensées de faire de pareilles recherches, d'une utilité cependant incontestable.

Après avoir consulté quelques données pratiques nous ne croyons pas nous écarter de la vérité en estimant, que le coût d'entretien des wagons sur les fortes pentes continues est près du triple de l'entretien sur les lignes de plaine où les freins sont rarement serrés. Partant de cette hypothèse, nous prendrons pour le coût d'entretien par kilomètre parcouru par un wagon à quatre roues ces coëfficients:

Coût d'entretien moyen par kilomètre parcouru par un véhicule à 4 roues sur les trois lignes alpines italo-suisses.

$1,_{125}$ centime en moyenne par kilomètre parcouru sur la ligne du *Simplon* (Gozzano-Sion) où $^1/_8$ du parcours total s'opérerait à la descente *dans la direction de l'Italie seulement;*

$1,_{62}$ centime sur le *St. Gothard*, parcours moyen de 45 kilomètres à la descente dans chaque direction coût par wagon parcourant le tronçon Zoug-Biasca $= (100^{k},_{00} \times 1 \text{ c.}) + (45^{k},_{00} \times 3 \text{ cents})$ ($= 100$ cents $+ 135$ cents) $=$ fr. 2. 35 et coût moyen par kilomètre wagon $\frac{2 \text{ fr. } 35 \text{ c.}}{145 \text{ k.}} = 1 \text{ c.}_{62}$ ou fr. 0,0162;

$1,_{95}$ centime sur la ligne de la *Greina*, parcours à la descente de 31^{k}. dans un sens et de 15^{k}. dans l'autre, soit de 23^{k}. en moyenne.

Résumé du coût de la traction et de l'entretien du matériel sur les trois lignes et par kilomètre de chemin exploité.

Ayant posé maintenant les coëfficients pour le travail unitaire, soit pour le coût de traction du kilomètre locomotive, ou pour le coût d'entretien du kilomètre wagon (à 4 roues) nous pouvons estimer pour chaque ligne alpine le coût total de traction et d'entretien du matériel, en nous servant à cet effet des chiffres développés dans le § 1, quant au parcours du matériel. On a

	Matériel.	Parcours annuel.	Prix kil	Dépense totale.
D. **Simplon.** entre Gozzano et Sion. 143 kilom.	1° Locomotives à march^{ses}.	611,478^k à	fr. 1.35	= fr. 825,495 30
	2° » mixtes .	52,560^k	» 1.20	= » 63,072 —
	3° » à voyag^{rs}	365,000^k	» 0.75	= » 273,750 —
	4° Wagons à voyageurs et à marchandises . .	23,184,590^k	» 0.01125	= » 260,826 70
	Dépense totale pour 143 kilomètres,			fr. 1,423,144 —
E. **St. Gothard.** entre Biasca et Zoug. 145 kilom.	1° Locomotives à march^{ses}.	675,600^k à	fr. 1.35	= fr. 912,060 —
	2° » mixtes .	277,400^k	» 1.20	= » 332,880 —
	3° » à voyag^{rs}	146,000^k	» 0.75	= » 109,500 —
	4° Wagons et voitures. . . .	18,520,125^k	» 0.0162	= » 300,026 —
	Dépense totale pour 145 kilomètres,			fr. 1,654,466 —
F. **Greina.** entre Biasca-Coire-Haag. 146 kilom.	1° Locomotives à march^{ses}.	584,256^k à	fr. 1.35	= fr. 788,745 60
	2° » mixtes .	134,320^k	» 1.20	= » 151,184 —
	3° » à voyag^{rs}	292,000^k	» 0.75	= » 219,000 —
	4° Wagons et voitures	19,812,930^k	» 0.0125	= » 247,661 60
	Dépense totale pour 146 kilomètres,			fr. 1,406,591 20

A ces totaux correspondent les chiffres suivants de dépense kilométrique sur chaque ligne pour la *traction, et l'entretien du matériel*

D. *Simplon.* $\frac{\text{fr. } 1,423,144. -}{143 \text{ kil.}}$ = 9,950 fr. environ par kilomètre de ligne exploitée.

E. *St. Gothard.* $\frac{\text{fr. } 1,654,466. -}{145 \text{ kil.}}$ = 11,410 fr. »

F. *Greina.* $\frac{\text{fr. } 1,406,591. -}{146 \text{ kil.}}$ = 9,640 fr. »

§. 5. **Service d'expédition.**

(Personnel des gares et stations et des Trains et service commercial.)

Il est difficile de soumettre les dépenses entrant dans ce paragraphe à un examen bien rigoureux. L'exploitation des lignes de notre con- Service d'expédition.

tinent présente des résultats très variés quant à la proportion des dépenses d'expédition à la dépense totale ou à la recette brute des lignes. La comparaison avec la recette brute paraît ici plus naturelle que la comparaison avec la dépense totale, puisque le coût du service des gares, des stations et des trains doit dépendre dans une forte mesure de l'intensité du trafic. Cependant cette influence n'est pas la seule. Un trafic à grand parcours absorbera évidemment de moindres frais de chargement, de coltinage et de contrôle que les marchandises faisant de petits parcours. Il en est de même quant au transport des voyageurs. Le profil d'une ligne enfin exerce une certaine influence, notamment en ce qui concerne la dépense pour personnel des trains, garde-freins, etc.

Coût sur les lignes françaises et allemandes

Cherchant sous ce rapport quelques analogies, nous trouvons sur les lignes *Paris-Lyon-Méditerranée*, année 1864 (longueur moyenne du réseau exploité = 1940 ^{k},$_{00}$) une dépense de fr. 21,050,503,$_{43}$ pour le service d'expédition, soit par kilomètre exploité environ 10,850 francs; par rapport à la dépense d'exploitation totale (fr. 59,356,910,$_{32}$) environ 35 $^{0}/_{0}$; par rapport à la recette brute totale (fr. 145,904,673,$_{38}$), 14 $^{0}/_{0}$. Ce chiffre kilométrique de fr. 10,850 est très considérable. Il s'explique cependant par une circulation des plus intenses (moyenne de tout le réseau 391,893 voyageurs 700,000 tonnes marchandises). *Cette circulation est près du double de celle que nous avons supposée pour nos chemins alpins.* Sur les lignes françaises du Nord (année 1864) le rapport de la dépense du service d'expédition à la recette brute totale est encore de 12 $^{0}/_{0}$ (fr. 9,397,129,$_{35}$ sur fr. 75,726,116,$_{44}$ de recette brute). Sur les lignes allemandes, où le service est organisé en général, sur un pied plus économique, nous trouvons des résultats plus favorables. Les lignes de la *Basse-Silésie* (Prusse), Empereur Ferdinand *du Nord* (Autriche) et *Saxon-Bavaroise* présentent un trafic sensiblement égal à celui que nous avons supposé aux chemins alpins [62]. Or les dépenses du service d'expédition n'entrent vis-à-vis de la recette brute que dans le rapport de $11^{1}/_{2}$ pour cent sur la première ligne et de 8 pour cent sur les deux dernières. Comme dépense kilométrique du service d'expédition nous

[62] Lignes de la *Basse-Silésie:* long^{r}. 390 k.; voyageurs 253,423, marchandises, 7,421,439 quintaux ou 371,000 tonnes environ; chemin *Saxon-Bavarois*: longueur 220 kil.; voyageurs 200,382, marchandises 7,890,755 quintaux ou 395,000 tonnes; chemins du *Nord d'Autriche* (Empereur Ferdinand): longueur 607 kil.: voyageurs 200,506, marchandises 8,440,309 quintaux ou 422,000 tonnes (année 1861).

trouvons sur la ligne saxon-bavaroise à peine 3000 fr., sur les lignes de la Basse-Silésie 4650 fr. et sur celle du Nord d'Autriche 5000 fr.

Nous croyons pouvoir considérer ce dernier chiffre de 5000 fr. par kilomètre de ligne comme un maximum qui ne serait pas atteint dans l'exploitation des chemins alpins. La position des artères italo-suisses se présente en effet sous un jour très favorable, pour obtenir une économie dans les dépenses du service d'expédition. Sur la traversée de la montagne, les stations, douées d'un très faible trafic local, ne seraient pas pourvues d'un grand personnel; la plupart des marchandises étant en transit, la manutention des gares n'aurait enfin qu'une importance très mitigée, et tout au plus faudrait-il organiser une grande gare de manœuvre sur chaque versant de la chaîne.

Coût adopté sur les lignes Italo-Suisses par kilomètre de chemin exploité

Nous adopterons en conséquence pour le *coût du service d'expédition par kilomètre de ligne le chiffre de 5000 francs*, qui donne sensiblement neuf pour cent de la recette brute des chemins alpins. Ce chiffre n'est pas dépassé sur les lignes autrichiennes du Nord, douées cependant d'un trafic un peu plus considérable que la ligne alpine la mieux partagée (le Simplon). Nous appliquerons ce chiffre de 5000 francs indistinctement aux trois passages, et nous observerons encore à ce sujet que, si la ligne alpine du centre serait douée, dans nos prévisions, d'un mouvement moins intense de marchandises, elle exigerait par contre un personnel plus nombreux pour les trains, notamment pour le service des freins à la descente. Ces données peuvent être considérées comme devant se contrebalancer à peu de chose prés. Une très faible variation ne saurait influencer au reste d'une manière notable nos chiffres définitifs.

§ 6. Résumé des dépenses d'exploitation des trois lignes alpines.

Recette nette.

Résumé des dépenses d'exploitation et recette nette.

Nous pouvons résumer maintenant pour les trois passages italo-suisses le coût kilométrique d'exploitation :

On a :

Chefs de dépense.	Simplon. Kilom. 143,00 Francs	St-Gothard. Kilom. 145,00 Francs.	Greina. Kilom. 146,00 Francs.
§ 2. Frais d'administration générale	1,000	1,000	1,000
§ 3. Entretien et surveillance de la voie et des bâtiments . .	3,440	5,190	4,000
§ 4. Traction et matériel roulant	9,950	11,410	9,640
§ 5. Service d'expédition .	5,000	5,000	5,000
Coût total d'exploitation par kilomètre de ligne exploitée . . .	19,390	22,600	19,640
Recette brute par kilomètre de ligne	58,145	54,900	53,595
Recette nette par kilomètre de ligne	38,755	32,300	33,955
Proportion de la dépense à la recette brute [63] .	33,35 %	41,17 %	36,65 %

Conclusions quant au coût d'exploitation sur les trois tracés.

Les conclusions par lesquelles nous terminerons nos recherches sur le coût d'exploitation sont celles-ci :

Les lignes extérieures Simplon et Greina, tout en pouvant compter sur un tonnage plus fort que le St-Gothard, entraîneraient de bien moindres frais d'exploitation et donneraient lieu aussi à un plus fort

[63] Nous savons qu'on taxera ces chiffres proportionnels de faibles, mais nous croyons devoir les maintenir, le cœfficient de 33 pour cent que nous trouvons sur la ligne du Simplon est analogue à celui obtenu sur les lignes françaises du nord et peu inférieur (2 %) à celui du réseau Paris-Lyon-Méditerranée (1864). Ce résultat n'a rien qui doive étonner, si l'on envisage que la ligne du Simplon ne présente des pentes prolongées que dans une seule direction, sur la faible longueur de 18 kilomètres, et que, d'autre part, elle se trouverait au bénéfice de circonstances excessivement favorables, telles, par exemple, que la plupart du trafic parcourirait la ligne entière, l'absence de gares importantes, etc. Au reste, il faut envisager encore *que nous avons supposé aux lignes alpines des tarifs plus élevés que les tarifs moyens des grandes lignes* douées d'une circulation analogue, et que ce fait tend évidemment à réduire la proportion de la recette à la dépense, et à équilibrer les effets d'une exploitation plus coûteuse, sur les rampes. Quoiqu'il en soit, nous répétons ici encore, une faible différence dans les cœfficients absolus, ne saurait changer la position *relative* des lignes, si ce n'est pour rendre plus défavorable encore la situation des tracés qui gravissent les altitudes considérables. S'il y a un reproche à nous faire, c'est peut être celui que nous n'avons pas envisagé d'une manière assez défavorable la position des lignes hautes. Sous ce rapport, nous répondrons que *nos conclusions étant hostiles aux lignes hautes*, il nous a paru plus prudent, plus équitable et aussi plus décisif de prendre dans le doute plutôt des cœfficients moins défavorables à ces lignes.

chiffre de recette nette, NONOBSTANT LES TARIFS RÉDUITS, *par rapport à ceux du passage central.*

Nous allons clore ici nos recherches sur le coût d'exploitation des trois tracés. On voit par les développements qui précèdent que nos prémisses posées au commencement du chapitre sont confirmées par un calcul plus rigoureux. En considérant les chiffres de dépense kilométrique de l'exploitation du *Simplon* et du *St-Gothard*, on trouve un écart de 3210 francs par kilométre, de $143^{k} \times 3210$ francs $=$ 459,030 francs sur la longueur de 143 kilométres qui est sensiblement celle des deux lignes. Il est évident que cet écart provient essentiellement de la traversée des deux cols et des altitudes très différentes auxquelles cette traversée s'opérerait dans les deux hypothèses. On trouverait un tout autre écart dans les chiffres kilométriques du coût d'exploitation, si l'on supposait aux deux lignes un trafic égal et le même nombre de trains.

Prix de revient de la tonne-kilomètre — (Simplon et St-Gothard)

—

Concordance avec les chiffres adoptés à priori

Par un calcul plus rigoureux, on arrive aussi à trouver sur les trois tracés, une différence de coût par tonne, qui donnerait lieu à des parcours supplémentaires plus considérables que ceux que nous avons attribués à l'une ou à l'autre ligne en raison de son altitude plus ou moins grande. En portant pour le nombre des voyageurs (200,000) sur les trois passages un équivalent de 60,000 tonnes, soit la moitié de la charge brute totale, ou 300^{k} par voyageur; en comptant encore pour le trafic du bétail le tonnage utile égal à la moitié du tonnage brut, on trouve pour le Simplon un tonnage de $425{,}000 + 60{,}000 + 80{,}000 = 565{,}000$ tonnes, et pour le St-Gothard, de $315{,}000 + 60{,}000 + 60{,}000 = 435{,}000$ tonnes. Le coût d'exploitation serait pour 143 kil. de la ligne du Simplon $= 143^{k} \times 19{,}390$ francs $= 2{,}772{,}770$ francs; pour 143 kilomètres du St-Gothard $=$ $143^{k} \times 22{,}600$ francs $= 3{,}231{,}800$ francs. Mettant ces chiffres en rapport avec les tonnages remorqués, on trouve pour la ligne du Simplon le coût de remorque par tonne $\frac{2{,}772{,}770 \text{ francs}}{565{,}000 \text{ tonnes}} = 4$ fr. 91 cent. et sur la ligne du St-Gothard, $\frac{3{,}231{,}800 \text{ francs}}{435{,}000 \text{ tonnes}} = 7$ fr. 43 cent. La différence entre le coût de la tonne pour les compagnies exploitantes serait donc sur les deux lignes alpines de 7 fr. 43 — 4 fr. 91 = 2 fr. 52 c. Comme nous n'avons attribué à ces lignes qu'une différence de parcours additionnels de $90^{k} - 31^{k}{}_{,5} = 58^{k}{}_{,5}$, on arrive, par kilomètre supplémentaire attribué au St-Gothard sur le Simplon, à un

taux de $\frac{2 \text{ fr. } 52}{58 \text{ k. } 50}$ = 0 fr. 043, ou 4 $^1/_3$ centimes. Ceci prouve qu'en lieu et place d'effectuer le parcours supplémentaire sur la voie du Simplon, *en transportant la marchandise sans bénéfice ni perte pour la Compagnie, sur les 58 $^1/_2$ kil.* de surplus de chemin que nous avons attribué au passage rival; on pourrait même encore prélever un bénéfice de 2 à 3 centimes par tonne-kilomètre sur ces 58 $^1/_2$ kilomètres, ou bien faire dans la première hypothèse un parcours supplémentaire bien plus grand. En d'autres termes encore et partant de notre calcul de zônes, nous dirons que la ligne du Simplon, en fournissant vers la limite de sa zône au consommateur la marchandise au même prix, prélèverait non-seulement sur le parcours total le même chiffre de *bénéfice en bloc* que le St-Gothard, mais plutôt le même chiffre de bénéfice *par tonne et par kilomètre parcouru*, donc à raison de son parcours kilométrique plus grand, une bien plus grande recette nette.

Ces calculs font clairement ressortir la position des lignes qui gravissent de fortes altitudes. Ils démontrent en outre que nous avons adopté comme base de notre appréciation des distances virtuelles, des coëfficients même trop favorables à la ligne du St-Gothard. *L'infériorité de cette ligne au point de vue commercial* et *à celui des intérêts publics semble être maintenant manifeste;* cette position ne pourrait être atténuée que si le passage central se présentait vis-à-vis de ses compétiteurs sous des auspices relativement favorables quant au coût d'établissement. Nous allons examiner, par rapport à ce dernier élément principal de l'économie d'un chemin de fer, la position des trois tracés italo-suisses.

Art. 3. — COUT DE LA CONSTRUCTION ET RENDEMENT

§ 1. Données générales.

Coût de la construction — Données générales

Le coût d'établissement d'un chemin de fer porte sur trois principales rubriques : *a)* la *construction proprement dite* de la voie, terrassements, ouvrages d'art, rails et traverses, stations, bâtiments et matériel fixe ; *b)* le *matériel roulant*, soit les locomotives, tenders et divers véhicules pour le transport des voyageurs et des marchandises;

c) enfin, l'*intérêt des capitaux* engagés pendant la construction, c'est-à-dire pendant le temps où l'entreprise reste improductive.

De ces trois principaux éléments, le dernier prend une importance capitale dans la question du passage des Alpes, surtout si ce passage doit être effectué par des souterrains de base, ainsi que nous l'entrevoyons. Le grand problème du percement accéléré des galeries par des machines spéciales n'est encore résolu qu'en partie. Quelque forte que soit la foi que l'on puisse avoir dans le succès final d'une telle tentative et malgré le caractère encourageant des derniers progrès obtenus dans l'attaque du Mont-Cenis, on ne doit partir, dans une estimation sérieuse, que de faits acquis et non pas de probabilités. Or, d'après les expériences actuelles, le percement d'un souterrain alpin exigerait toujours un laps de temps considérable, et comme le coût d'établissement même atteint encore des proportions élevées, on peut en inférer une importance majeure pour le service des intérêts des capitaux engagés pendant la construction.

Coût métrique probable des grands souterrains alpins.

Le *coût du souterrain culminant* forme donc la grosse inconnue dans l'évaluation de la dépense d'un chemin de fer alpin, tant au point de vue des frais d'établissement proprement dits, qu'à celui de la durée de la construction et du service des intérêts des capitaux y engagés. Pour éclairer la question, nous devons fournir quelques indications générales[64].

Les opinions des ingénieurs sont encore très partagées sur le coût et la durée des travaux d'un tunnel alpin. Le tunnel du Mont-Cenis, qui, d'après les prévisions, devait coûter environ 3000 francs par mètre linéaire, non compris l'intérêt des capitaux, coûtait, en 1863, selon le rapport du ministère italien des travaux publics, près de 4000 francs. Ce dernier chiffre a été contesté même par les ingénieurs français; mais comme les contestations émises partent d'opinions individuelles peu motivées et qu'elles ne se basent sur aucun fait sérieux, nous ne pensons pas qu'elles puissent ébranler la confiance dans un chiffre officiel donné par une administration publique, compétente avant tous pour savoir et pour puiser aux sources exactes. On peut présumer que de récents perfectionnements et la rencontre de couches relativement favorables aient contribué à réduire le coût du percement, malgré le faible surcroît de travail qui résulte au fur et à mesure que l'on s'approche de la partie centrale de la montagne.

[64] Voir les annexes, note sur les travaux du Mont-Cenis.

Plus encore que le travail mécanique, le service des intérêts se trouve intéressé à la marche rapide et, heureusement influencé par les progrès récents. Ces progrès constituent le meilleur argument en faveur des lignes basses; ils établissent aussi une espèce de logique des faits. Nous proposant de revenir là-dessus, nous citerons d'abord un fait digne de remarque, c'est que la plupart des ingénieurs réellement initiés dans la spécialité de la construction des voies de fer et de leurs travaux d'art importants, n'ont point perdu la confiance dans l'établissement accéléré et relativement économique des grands souterrains. MM. *Beckh* et *Gerwig*, dans leur rapport technique sur la ligne du St-Gothard, estiment à 52 $^1/_2$ millions de frs. le coût total du tunnel de $14,_8$ kilomètres par eux projeté. Ce chiffre correspond à peine à un coût kilométrique de 3550 fr., compris toutes les installations de machines et accessoires et la voie de fer. Bien que nous prévoyions une grande réduction du coût, une fois que le Mont-Cenis sera percé et que les expériences auront été poussées plus loin, nous croyons devoir adopter néanmoins, comme base de notre évaluation, le coût métrique de 4000 francs, donné par le rapport officiel de 1863. Nous observons ici encore qu'un faible écart, quant au coût du souterrain, ne pourrait exercer une influence notable dans la comparaison qui nous occupe; car, comme la longueur des trois souterrains est peu différente, ils seraient au bénéfice de la même réduction ou grevés par le même surplus de coût, selon qu'on arriverait en-dessus ou en-dessous du chiffre de 4000 francs par mètre linéaire. La position relative ne change donc guère, et tout au plus la position absolue des lignes alpines pourrait-elle être modifiée en raison de nouvelles expériences confirmant les résultats obtenus ou les modifiant légèrement.

Durée du percement des souterrains alpins.

En ce qui concerne la durée du percement, MM. Beckh et Gerwig partent, dans leur estimation du coût du tunnel du St-Gothard, de l'hypothèse d'un avancement linéaire de la galerie de $1^m 40$ par jour et par point d'attaque, soit de 500 mètres par année et par tête, et de 1000 mètres par année pour un souterrain pouvant être attaqué par les deux têtes uniquement. Cette base correspond exactement à celle que nous avions choisie auparavant dans notre ouvrage : « Etude critique. » Mais depuis la publication de cet ouvrage, les travaux du Mont-Cenis ont fait de rapides progrès. Durant la deuxième moitié de l'année 1864, l'avancement moyen sur la tête méridionale a été de

deux mètres par jour. Le premier trimestre de cette année a confirmé ce résultat, et dès lors, par suite de la rencontre de roches plus favorables, les progrès ont été surprenants. Si nous faisons abstraction de ce dernier élément, nous croyons pouvoir considérer comme acquis un avancement annuel de 1500 mètres, soit de $4^{m},11$ par jour pour deux têtes, et de $2^{m},05$ par point d'attaque.

Nous prendrons cette dernière donnée comme point de départ de nos recherches sur la durée d'établissement des souterrains alpins. Nous supposerons en outre pour chaque passage un temps supplémentaire de deux années pour tenir compte du forage des puits et de l'installation des appareils de compression et des machines de travail. Ce temps nous paraît tout à fait suffisant, il est probable même qu'il ne serait pas atteint quant au forage des galeries; car ce dernier travail pourrait être commencé, dans notre opinion, une année au plus après la commande des pièces. Nous devons mentionner ici que, si l'un des deux puits du Simplon est un peu plus profond que celui du St-Gothard, son coût ne doit guère être supérieur, ni la durée de son fonçage; cette assertion doit paraître fondée si l'on met en balance, d'autre part, ce fait que les orifices d'enhaut seront situés sur les deux lignes à des altitudes, différentes entre elles, de plus de 400 mètres, et si l'on tient compte de toutes les difficultés qui s'opposeraient au St-Gothard, à l'approvisionnement des ouvriers, à leur logement et à un travail régulier pendant l'hiver dans les régions élevées de plus de 1600 mètres. Néanmoins nous avons supposé, en faveur du St-Gothard, une différence de 300 fr. dans le coût métrique des puits.

Ces données étant acquises, on trouve comme suit la durée du percement dans les diverses hypothèses de passages :

	D. Simplon.	E. St-Gothard.	F. Greina.
1. Longueur du souterrain	$17^{k},5$	$15^{k},5$	$20^{k}5$
2. Nombre des puits . .	2	2	21
3. Profondeur maximum des puits	$450^{m}0$	$296^{m}0$	$288^{m}0$
4. Longueur de galerie à percer sans puits .	$12^{k}0$	$9^{k}0$	$9^{k}0$
5. Durée du percement compris 2 années pour installations et pour forage des puits.	$\frac{12000^{m}}{1500^{m}} = 8$ ans. + 2 ans = 10 ans.	$\frac{9000^{m}}{1500^{m}} = 6$ ans. + 2 ans = 8 ans.	$\frac{9000^{m}}{1500^{m}} = 6$ ans. + 2 ans = 8 ans.

Conditions géologiques.

La roche à traverser (gneiss, micaschiste, granit et calcaire des Alpes) étant sensiblement identique pour les trois souterrains, nous croyons pouvoir appliquer indistinctement à ceux-ci le prix linéaire de 4000 francs[65].

Service des intérêts pendant la construction.

Quant au service des intérêts, nous le supposerons à intérêts composés et au taux de 6 pour cent. La répartition de la dépense aurait lieu dans une progression arithmétique régulière durant les six ou huit années exigées pour l'attaque des galeries. Elle serait plus faible pendant les deux premières années consacrées aux installations générales et au forage des puits.

Coût des lignes d'abords des chemins alpins proprement dits.

Pour évaluer le coût des lignes assez difficiles formant les abords des grands tunnels, nous adopterons : pour le St-Gothard, le devis élaboré par MM. Beckh et Gerwig ; pour le Simplon, tronçon Domo-d'Ossola-Gondo, un chiffre kilométrique correspondant à celui du Saint-Gothard dans sa partie difficile (Erstfeld-Biasca). Les tronçons faciles des abords du Simplon, Brigue-Sion et Gozzano-Domo-d'Oossola, peuvent être exécutés à raison de 300,000 francs le kilomètre ; cela résulte de devis assez détaillés et de récents offres faits par des entrepreneurs sérieux.

Pour ce qui concerne le passage oriental par la Greina, nous avons déjà fait observer qu'une grande partie du tunnel culminant de 20 $^{1}/_{2}$ kilomètres pourrait être attaquée, à l'aide de puits, par les procédés ordinaires. Nous ne croyons pas devoir inférer de là une grande réduction quant au coût d'établissement du mètre linéaire de tunnel. Les souterrains du massif central français, percés à la main dans les granits porphyroïdes, coûtent près de 3000 francs le mètre courant. Si l'on tient compte de ce que le tunnel par la Greina serait, dans sa partie méridionale, grevé de l'établissement d'une longueur de puits presque aussi considérable que la longueur de la galerie même, et si l'on envisage d'autre part les plus grandes difficultés du transport vertical des matériaux, on est conduit à supposer une notable augmentation du coût métrique de 3000 francs, et on arrivera au chiffre de 4000 francs, bien que la roche des tunnels alpins paraisse devoir être d'un forage moins onéreux que la roche des tunnels du massif central français.

65 Voir les annexes, note sur les conditions géologiques.

Quant aux lignes d'abord de la Greina, nous partirons de chiffres kilométriques trouvés par la comparaison avec les devis du St-Gothard.

Coût des installations mécaniques pour le forage.

Les installations mécaniques pour l'utilisation des forces hydrauliques, pour la compression de l'air, les conduites d'air et d'eau et les machines de travail ont entraîné au Mont-Cenis une dépense de près de 1,750,000 francs, sur la tête de Bardonnèche. Nous ignorons le coût des installations du côté septentrional (Modane), mais nous croyons devoir présumer une grande économie. Nous admettons aussi que les installations pour forer les tunnels des passages italo-suisses resteraient au-dessous du chiffre sus-indiqué, tant à raison des progrès obtenus et des expériences acquises, qu'en vue de ce que les souterrains qui nous occupent présentent, *notamment celui du Simplon*, de plus grandes facilités pour le transport des appareils, le logement des ouvriers, etc. Nous croyons pouvoir adopter en conséquence une dépense de 1,500,000 fr. par tête comme tout-à-fait suffisante pour les installations mécaniques, et nous négligeons dans cette hypothèse le produit de la vente des machines à la fin des travaux. Les forces d'eau sont abondantes près des trois souterrains.

Coût de la voie de fer.

Nous compterons pour la voie de fer (double voie) du tunnel le coût kilométrique de 100,000 francs, dont 25,000 fr. pour usure et entretien pendant les travaux.

Coût du matériel roulant.

Il nous reste à parler du coût du matériel roulant. Le rapport technique sur le chemin de fer du St-Gothard porte pour cet élément de dépense un chiffre kilométrique de 45,000 fr., qui se base sur une circulation supposée de 200,000 voyageurs et de 270,000 tonnes de marchandises. Comme nous avons attribué au St-Gothard un mouvement plus intense quant aux marchandises et comme d'autre part nous croyons trop faible cette estimation [66], nous devons aug-

[66] MM. Beckh et Gerwig admettent dans leur estimation que chaque wagon à marchandises serait déchargé dans les 24 heures qui suivraient son expédition. De cette manière ils comptent un nombre de wagons qui ne serait pas supérieur à celui absorbé par la circulation journalière (8 trains à marchandises à 35 wagons = 280 wagons à marchandises — le rapport technique du St-Gothard arrondit ce nombre à 300). Cette manière d'évaluer nous parait beaucoup trop optimiste. On ne peut compter en effet que chaque wagon au bout de 24 heures serait prêt à être chargé de nouveau. De nombreuses données statistiques sont là pour prouver le contraire. Nous appellerons d'abord l'attention sur les vides en retour, et sur la nécessité de faire circuler les wagons en dehors du

menter légèrement le chiffre de 45,000 fr., nous le porterons à 61,000 francs par kilomètre, et nous ferons entrer par conséquent dans nos devis du St-Gothard un supplément de 17,000 fr. par kilomètre sur les chiffres en bloc de MM. Beckh et Gerwig.

Nous porterons pour la ligne du *Simplon* le chiffre de 60,000 fr. par kilomètre de ligne et pour le passage de la *Greina* le chiffre de 55,000 fr. par kilomètre de ligne.

Pour justifier ces chiffres, nous expliquerons la manière de procéder pour les obtenir, et nous choisirons à cet effet la ligne du Simplon. Sur cette ligne nous avons trouvé les parcours annuels ci-après :

réseau, sur les lignes étrangères, où les retours par moment font attendre et pourraient produire une gêne considérable sur les lignes non pourvues d'un matériel suffisant.

Sur les *lignes françaises du Nord*, qui sont douées d'une circulation très active et très régulière, le parcours moyen d'un wagon à marchandises par année n'est que de 16,600 kilomètres (11,707 véhicules ont parcouru en 1864 — 194,377,457 wagons kilomètres); les wagons à voyageurs de la même ligne, ont fait un parcours annuel moyen de 43,000 k. par wagon (1532 véhicules, parcours total 65,694,496 kilomètres) les locomotives 27,500 k. (531 locomotives pour un parcours total de 14,613,048 k.) Nous trouvons encore les résultats suivants :

Lignes.	Parcours annuel moyen de chaque locomotive	Parcours annuel moyen de chaque voiture à voyageurs.	Parcours annuel moyen de chaque wgn à marchandises
Chemin de fer Badois (1861)	19,300 k.	27,300 k.	17,200 k.
» Nord d'Autriche (1861)	17,100 k.	36,500 k.	22,000 k.
» Central-Suisse (1863)	25,076 k.	21,363 k.	15,439 k.

Ces exemples montrent d'abord que l'on tire un bien plus grand parti des voitures à voyageurs que des wagons à marchandises, ce qui provient essentiellement des chômages des derniers véhicules entre chaque déchargement et nouveau chargement. En outre on peut voir que le parcours annuel moyen d'un wagon à marchandises varie entre 15,000 et 22,000 kilomètres. Or d'après les hypothèses de MM. Beckh et Gerwig 300 wagons devaient faire ensemble un parcours annuel de 14,308,000 kilomètres. Ce qui suppose pour chaque wagon 47,700 kilomètres environ. Cette hypothèse nous a paru beaucoup trop optimiste, et nous avons cru que dans une question qui comporte, comme celle des passages alpins, tant d'éléments inconnus et problématiques, il fallait autant que possible ne pas s'écarter des données qui résultent d'expériences acquises. Or d'après ces dernières données, nous ne pouvons compter par wagon à marchandises que 20,000 kilomètres de parcours annuel; par là nous sommes conduits à supposer 700 wagons au lieu de 300 pour le service des marchandises sur le St-Gothard. Il en résulte un surplus de coût de deux millions environ, soit par kilomètre de ligne environ 14,000 fr.

Il nous semble aussi que la brochure : « Le St-Gothard au point de vue technique, » suppose des chiffres un peu faibles pour le coût des véhicules (5,200 fr. par voiture à voyageurs et 4,000 fr. par wagon à marchandises) et qu'elle ne tient pas compte suffisamment du fait que toutes les voitures et les wagons devraient être plus ou moins munies de freins, qu'il faudrait pour le transport des marchandises beaucoup de wagons couverts, notamment des wagons à bestiaux qui sont assez coûteux. Nous porterons, pour tenir compte de cette objection un surplus de 1000 fr. par wagon soit pour 300 wagons à marchandises et 100 wagons a voyageurs environ 400,000 fr. et par kilomètre de ligne, 400,000 fr. : 145 k. = 3000 fr. environ.

1°	locomotives à marchandises	611,478	kilomètres
2°	» mixtes	52,560	»
3°	» à voyageurs	365,000	»
4°	wagons à voyageurs	4,175,600	»
5°	» à marchandises	19,008,990	»

Les statistiques prouvent que le parcours annuel effectué par une locomotive varie entre 15,000 et 30,000 kilomètres. Sur la base d'un parcours moyen de 20,000 kilomètres, on obtient comme suit le nombre de locomotives nécessaire pour la ligne du Simplon :

1°	locomotives à marchandises	$\frac{611,478 \text{ k.}}{20,000 \text{ k.}}$	= 31	locomotives
2°	» mixtes	$\frac{52,560 \text{ k.}}{20,000 \text{ k.}}$	= 3	»
3°	» à voyageurs	$\frac{365,000 \text{ k.}}{20,000 \text{ k.}}$	= 18	»
	Nombre total		52	

En réalité ce résultat devrait être modifié un peu dans le sens d'une augmentation du nombre des machines mixtes et d'une réduction du nombre des locomotives à voyageurs. Nous adopterons donc 30 locomotives à marchandises, six locomotives mixtes et 16 machines à voyageurs.

Quant au parcours annuel des wagons, nous avons trouvé pour

les wagons à voyageurs	4,175,600	wagons kilomètres
» » à marchandises	19,008,990	» »

D'après de nombreuses données puisées dans les résultats d'exploitation de lignes existantes, nous ne croyons pas pouvoir admettre pour les wagons à voyageurs un parcours annuel supérieur à 40,000 kilomètres. Quant aux wagons à marchandises nous ne devons plus compter que 20,000 kilomètres, toujours en nous basant sur des données statistiques tirées de l'exploitation des chemins de fer.

Sur ces bases on obtient comme suit le nombre de wagons à 4 roues, voyageurs et marchandises, nécessaire à l'exploitation d'une ligne par le Simplon.

a) Wagons à voyageurs $\frac{\text{4,175,600 kilomètres de parcours annuel total}}{\text{40,000 » » » » par wgn}}$ = 104 wagons

b) wagons à marchand^{ses} $\frac{\text{19,008,900 kilomètres de parcours annuel total}}{\text{20,000 » » » » par wgn}}$ = 950 wagons.

Si nous résumons maintenant ces diverses données et si nous cherchons le coût pour acquisition du matériel sur la ligne du Simplon, nous obtenons :

30 locomotives à marchandises, système Engerth, type Central-Suisse à 65,000 fr. l'une . .	1,950,000 fr.
6 locomotives mixtes, à 55,000 fr. » . . .	330,000 »
16 locomotives à voyageurs, type Ouest-Suisse à 50,000 fr. l'une	800,000 »
104 wagons à voyageurs à 4 roues, à 6,000 fr. l'un	624,000 »
950 » à marchandises à 4 roues, à 5,000 fr. »	4,750,000 »
Coût total du matériel-roulant pour la ligne du Simplon	8,454,000 fr.
Soit par kilomètre de ligne $\frac{8,454,000 \text{ fr.}}{143 \text{ k.}} = 59,100$ fr.	
et avec le matériel des lignes, des ateliers, environ	60,000 fr.

Ces données préliminaires étant établies, nous allons considérer isolément le devis de chacune des trois lignes :

D. *Simplon*, entre Gozzano et Sion, sur 143 kilomètres, soit la lacune entière entre les chemins de fer existants.

E. *St-Gothard*, entre Biasca et Zoug, sur 145 kilomètres, non compris le réseau des chemins tessinois, 101 kilomètres.

F. *Greina*, entre Biasca et Coire, sur 104 kilomètres, non compris le réseau des chemins tessinois, 101 kilomètres.

Coût d'établissement d'une ligne par le col du Simplon.

§ 2. Coût d'établissement d'une ligne ferrée par le Simplon.

(Entre Gozzano et Sion ; longueur 143 kilomètres.)

A. *Grand souterrain.*

	Francs.
1° 17,500 mètres de galerie à deux voies, à raison de 4,000 fr. le mètre	70,000,000
2° 650 mètres de puits, à raison de 1,500 fr. le mètre	975,000
Total et report,	70,975,000

	Francs.	Francs.
Report,	70,975,000	
3° 17,500 mètres de double voie de fer et ballast, à raison de 100 fr. le mètre. .	1,750,000	
4° Installation mécanique sur deux têtes, à raison de 1,500,000 fr. par tête . . .	3,000,000	
Total,		75,725,000

B. *Tronçon Gondo-Domo-d'Ossola.*

1° Environ 18,5 kilomètres, à raison de 600,000 fr. le kilomètre, voie de fer comprise		11,100,000

C. *Tronçons Gozzano-Domo-d'Ossola et Brigue-Sion.*

1° Environ 107 kilomètres, à raison de 300,000 fr. le kilomètre, voie de fer comprise		32,100,000

D. *Matériel roulant.*

1° Locomotives, tenders, voitures et wagons, atelier et outillage, environ 60,000 francs par kilomètre de ligne pour un trafic de 200,000 voyageurs et 125,000 tonnes .		8,580,000
Total,		127,505,000

E. *Service des intérêts des capitaux engagés pendant la construction.*

(Intérêts composés, au taux de 6 p. %).

1° Tunnel culminant, galerie principale, versements annuels de 8,750,000 fr. à effectuer durant les huit années de la construction, en huit termes, savoir à la fin de la 3e, 4e, 5e, 6e, 7e, 8e, 9e et 10e année, environ	16,600,000	
2° Tunnel culminant, puits, versement de 975,000 fr. à effectuer à la fin de la 1re année et à répartir sur neuf annuités successives, environ	680,000	
Report,	17,280,000	127,505,000

	Francs.	Francs
Report,	17,280,000	127,505,000
3° Tunnel culminant, voie de fer et ballast, dépense 1,750,000 fr. à effectuer en sept annuités de 250,000 fr., environ . . .	475,000	
4° Tunnel culminant, installation des machines sur les deux têtes, dépense totale de 3,000,000 fr. à effectuer au bout de la seconde année et à intéresser pendant huit annuités successives	1,780,000	
5° Tronçon Gondo-Domo-d'Ossola, dépense 11,100,000 fr. à répartir sur quatre années, en huit versements de 1,400,000 fr. payables à la fin de chaque semestre	1,250,000	
6° Tronçons Gozzano-Domo-d'Ossola et Brigue-Sion, dépense 32,100,000, à répartir sur quatre semestres par versements de 8,025,000 fr.	1,475,000	
7° Matériel roulant, à payer seulement lors de la livraison, c'est-à-dire lors de la mise en exploitation de la ligne . . .	00,000,000	
Total pour le service des intérêts . .	22,260,000	22,260,000
Total général du coût d'une voie ferrée par le Simplon, service des intérêts compris		149,765,500

soit en chiffres ronds **cent cinquante millions.**

Coût d'établissement d'une ligne, par le col du St-Gothard.

§ 3. Coût d'établissement d'une ligne ferrée par le St-Gothard.

(Entre Zoug et Biasca, longueur 145 kilomètres.)

A. *Grand souterrain.*

	Francs.	Francs
1° 15,400 mètres de galerie pour deux voies, à raison de 4,000 fr. le mètre	61,600,000	
2° 462 mètres de puits d'extraction, à raison de 1,200 fr. le mètre	554,400	
3° 15,400 mètres de double voie de fer et de ballast, à raison de 100 fr. le mètre . .	1,540,000	
Report,	63,694,400	

		Francs.	Francs.
	Report,	63,694,400	
4° Installation mécanique sur deux têtes, à raison de 1,500,000 fr. par tête . . .		3,000,000	
	Total,		66,694,400

B. *Tronçons Biasca-Airolo et Gæschenen-Fluelen.*

1° Environ 90 kilomètres, selon le devis des experts du Comité du St-Gothard, MM. Beckh et Gerwig, à raison de 700,000 fr. le kilomètre (matériel roulant compris) (MM. Beck et Gerwig admettent 82,400 mètres seulement, devant coûter 56,000,000 fr.)			63,000,000

C. *Tronçon Fluelen-Schwytz-Goldau-Zoug (Meyerskappel ou Steinhausbrücke).*

1° Environ 40 à 45 kilomètres, devis des experts (pour deux voies) [67]			18,000,000

D. *Matériel roulant.*

A compter un surplus de 17,000 fr. pour 145 kilomètres de ligne, pour arrondir . .			2,305,600
	Total		150,000,000

E. *Service des intérêts des capitaux engagés pendant la construction.*

(Intérêts composés, au taux de 6 %.)

1° Tunnel culminant, galerie principale, versements annuels de 10,270,000 fr. à la fin de la 3e, 4e, 5e, 6e, 7e et 8e année, à partir du commencement des travaux .		13,700,000	
2° Tunnel culminant, puits, versement de 554,000 fr. à effectuer à la fin de la première année et à desservir, pendant sept ans, environ		300,000	
	Report,	14,000,000	150,000,000

[67] Les experts du St-Gothard donnent le devis sur le tronçon *Fluelen-Brunnen-Goldau-Immensee* seulement, parce qu'ils supposent depuis Goldau deux lignes, l'une pour *Zoug* par la rive orientale du lac de Zoug, l'autre, directe, sur Lucerne par Kussnacht et Meggen, soit les rives du lac des Quatre-Cantons. Le tronçon Fluelen-Immensee a une longueur de 31k,50, il figure au devis de MM. Beckh et Gerwig pour 14,919,449 fr. Quant au tronçon Immensee-Meyerskappel, nous avons cru devoir porter environ 3 millions, pour tenir compte d'un surplus de matériel, imprévu, divers, etc.

	Francs.	Francs.
Report,	14,000,000	150,000,000
3° Tunnel culminant, double voie de fer et ballast, 1,540,000 fr. à verser en six annuités de 256,500 à la fin de la 3e, 4, 5e, 6e, 7e et 8e année, à partir du commencement des travaux, environ	300,000	
4° Tunnel culminant, installation des machines sur les deux têtes, versement de 3.000,000 fr. à effectuer à la fin de la deuxième année de la construction et à solder l'intérêt de la somme totale pendant six ans	1,250,000	
5° Tronçons de Biasca-Airolo, Gœschenen-Fluelen, Fluelen-Zoug; durée de la construction : quatre années; coût total, 83,305,000 fr. à verser en huit termes de 10,400,000 fr. à la fin de chaque semestre	9,000,000	
Total pour le service des intérêts,	24,550,000	24,550,000
Total général du coût d'une voie ferrée par le St-Gothard, service des intérêts compris, environ		174,550,00

Soit, en chiffres ronds, **cent septante-cinq millions.**

Cette dépense serait portée à 221 millions environ, si l'on ajoutait 46,000,000 pour le coût d'établissement des lignes tessinoises.

Coût d'établissement d'une ligne par le col de la Greina.

§ 4. Coût d'établissement d'une ligne ferrée par la Greina.

(Entre Biasca et Coire, longueur 104 kilomètres.)

A. *Grand souterrain.*

	Francs.
1° 20,500 mètres de galerie à deux voies, à raison de 4000 fr. le mètre	82,000,000
2° Le coût des puits est compris dans le coût de la galerie.	
3° 20,500 mètres de double voie de fer et ballast, à 100 fr. le mètre	2,050,000
Report,	84,050,000

		Francs.	Francs.
	Report,	84,050,000	
4° Installation mécanique sur deux têtes, à raison de 1,500,000 fr. par tête . . .		3,000,000	
	Total,		87,050,000

B. *Tronçons Biasca-Olivone et Somvix-Coire.*

1° Environ 84 kilomètres de chemin à double voie, à raison de 500,000 fr. le kilomètre (voie de fer comprise)	42,000,000

C. *Matériel roulant.*

1° 104 kilomètres à raison de 55,000 fr. par kilomètre pour arrondir		5,650,000
	Total,	134,700,000

E. *Service des intérêts des capitaux engagés pendant la construction.*

(Intérêts composés au taux de 6 %.)

1° Tunnel culminant, galerie principale, 82,000,000 fr., en six versements annuels de 13,667,000 fr. à la fin de la 3e, 4e, 5e, 6e, 7e et 8e année, à partir du commencement des travaux		18,250,000	
2° Tunnel culminant, puits compris dans le coût de la galerie.			
3° Tunnel culminant, double voie de fer et ballast, 2,050,000 fr. en six versements de 335,000 fr. à la fin de la 3e, 4e, 5e, 6e, 7e et 8e année, à partir du commencement des travaux		450,000	
4° Tunnel culminant, installation des machines sur les deux têtes, versement de 3,000,000 fr. à effectuer à la fin de la deuxième année de la construction, intérêt à payer jusqu'à la mise en exploitation du chemin, c'est-à-dire pendant six ans		1,250,000	
	Report,	19,950,000	134,700,000

	Francs.	Francs.
Report,	19,950,000	134,700,000
5° Tronçons Biasca-Olivone et Somvix-Coire, dépense de 42,000,000 fr., voie de fer comprise, à répartir sur six semestres (durée de la construction, trois ans) et à payer à la fin de chaque semestre par 7,000,000 fr.	3,350,000	
Total pour le service des intérêts,	23,300,000	23,300,000
Total général du coût d'une voie ferrée par la Greina (service des intérêts compris		158,000,000
soit **cent cinquante-huit millions.**		

Cette dépense serait portée à 204 millions environ, si l'on ajoutait le coût du réseau tessinois (43,000,000, selon l'estimation des experts du Comité du St-Gothard, MM. Beckh et Gerwig, et trois millions pour le service des intérêts pendant la construction).

Résumé et rendement probable des trois lignes

§ 5. **Résumé et rendement.**

La comparaison des trois lignes italo-suisses, au point de vue du coût de la construction et du rendement des capitaux engagés, nous sera fournie par le résumé ci-après :

POINTS DE COMPARAISON.	D. Simplon.	E. St-Gothard.	F. Greina.
1° Longueur du chemin alpin......	36k.00	145k.00	104k.00
2° Longueur totale entre les railways suisses et italiens actuellement construits............	143k.00	231k.00	190k.00
3° Coût du chemin de fer alpin.....	150 millions	175 millions	158 millions
4° Coût pour relier les chemins suisses aux lignes italiennes.......	150 millions	221 millions	204 millions
5° Coût kilométrique moyen des lignes alpines (tunnels compris)..	1,050,000 fr.	1,200,000 fr.	1,520,000 fr. *
6° Recette nette kilométrique......	38,755 »	32,300 »	33,955 »
7° Rendement moyen.............	3.[illegible] %	2.[illegible] %	2.[illegible] %

* Ces chiffres ne sont pas concluants, parce que nous avons attribué une trop faible longueur de ligne de plaine à la Greina. En donnant à cette artère une longueur totale de 146 kilomètres, comme au St-Gothard, c'est-à-dire en lui attribuant un supplément de 42k.[illegible] environ dans la direction de Sargans, on arrive à un coût (Biasca-Sargans et au-delà) de 173 millions environ, à un coût kilométrique de 1,185,000 francs et à un rendement de 2,90 %.

Ces résultats numériques sont suffisamment clairs pour que nous puissions nous dispenser d'en tirer une conclusion *quant à l'infériorité marquante du St-Gothard et la supériorité du Simplon en ce qui concerne le coût d'établissement.*

Le tableau ci-dessus donne le rendement probable de chacune des trois lignes, *dans l'hypothèse que celles-ci seraient établies sans subvention.* Nous n'avons pas besoin d'expliquer que l'entreprise d'une artère alpine n'aurait rien d'attrayant pour la spéculation financière à moins de subventions considérables de la part des états et communes, des sociétés de chemins de fer existants, et des corporations commerciales particulièrement intéressées dans la question. Pour envisager le problème à ce point de vue, nous allons poser deux exemples. D'abord nous chercherons la subvention qui serait nécessaire à chacune des trois lignes pour que son capital d'établissement porte un intérêt normal de *cinq pour cent ;* ensuite, nous partirons d'un chiffre de subvention, donné *a priori* et appliquant celui-ci indistinctement aux trois lignes, nous calculerons le rendement très différent qui résulterait, en vertu de ce chiffre, pour chacune d'elles.

Préalablement nous croyons devoir appeler l'attention du lecteur sur ce point, que le capital intéressé dans l'entreprise d'une ligne alpine, serait probablement formé en partie *d'actions*, en partie *d'obligations*, ces dernières portant intérêt au taux de cinq pour cent. Nous pensons, qu'en vue du caractère patriotique d'une entreprise de ce genre et des garanties qui doivent ressortir de nos calculs, on peut admettre pour les obligations non-seulement le taux normal de cinq pour cent, mais supposer encore que le capital d'établissement, déduction faite des subventions, serait réparti par moitiés égales sur les actions et sur les obligations.

Versements au fonds de réserve.

Nous déduirons enfin de la recette kilométrique nette de chaque ligne une somme de 1,500 francs, que nous supposerons versée par année au fonds de réserve. En cela nous partons d'une donnée moyenne très favorable à la ligne du St-Gothard, puisque cette dernière, à raison de son plus fort capital d'établissement devrait donner lieu aussi à un plus grand versement que les lignes extérieures.

Sur ces bases on obtient comme recette nette de chaque ligne : (Voir page 192).

Subventions nécessaires à chaque ligne pour qu'elle produise un rendement de cinq pour cent.

D. Simplon (38,755 fr. — 1,500 fr.) = 37,255 fr.
E. St-Gothard (32,300 » — 1,500 ») = 30,800 »
F. Greina (33,955 » — 1,500 ») = 32,455 »

Ces recettes capitalisées au taux de cinq pour cent donnent les chiffres suivants :

D. Simplon 37,255 fr. : $0,_{05}$ = 745,100 fr.
E. St-Gothard 30,800 » : $0,_{05}$ = 616,000 »
F. Greina 32,455 » : $0,_{05}$ = 649,100 »

Le coût kilométrique des trois lignes étant : (Voir le tableau page 208.)

D. Simplon 1,050,000 fr.
E. St-Gothard 1,200,000 »
F. Greina 1,185,000 »

Il y aurait à combler par kilomètre de ligne, les chiffres capitaux ci-après :

D. Simplon (1,050,000 fr. — 745,100 fr.) = 304,900 fr.
E. St-Gothard (1,200,000 » — 616,000 ») = 584,000 »
F. Greina (1,185,000 » — 649,100 ») = 535,900 »

En tenant compte de la longueur de chaque tracé on trouve les subventions totales :

D. Simplon 143^{k}_{00} × 304,900 fr. = **43,600,700 fr.**
E. St-Gothard 145^{k}_{00} × 584,000 » = **84,680,000** »
F. Greina 146^{k}_{00} × 535,900 » = **78,241,400** »

Ces subventions, *versées après l'établissement de chaque ligne* produiraient donc un rendement de cinq pour cent, pour le capital total interessé, tant actions qu'obligations.

Rendement du capital actions de chaque ligne dans l'hypothèse d'une subvention de soixante millions de francs payable d'avance.

Abordant la 2e hypothèse, nous partirons d'une subvention égale pour les trois entreprises, *sans égard au fait que l'une ou l'autre ligne extérieure, répondant mieux aux intérêts publics, devrait pouvoir compter sur une plus forte participation.* Nous adopterons pour cette subvention uniforme le chiffre de *90 millions qui résulte des conclusions du comité officiel du St-Gothard. Dans leur rapport technique, les partisans de la ligne centrale estiment qu'il faudrait à ce*

passage une subvention de **soixante millions,** *qui serait* **payable d'avance** *et produirait à intérêts simples* à 5 p. cent. pendant 8 ans un chiffre capital auxiliaire *de vingt-quatre millions* à intérêts composés, un chiffre de près de 28,650,000 francs. Le chiffre total de la subvention briguée par les partisans du St-Gothard serait donc de *88,650,000* francs. Pour une longueur moyenne de 145 kilomètres, cette subvention équivaut à une participation de 610,000 francs par kilomètre de ligne.

Cette dernière subvention kilométrique réduirait pour l'entreprise financière le coût kilométrique de chaque ligne comme suit :

D. Simplon	= (1,050,000 fr. — 610,000 fr.) =	440,000 fr.
	dont 220,000 fr. en actions et 220,000 fr. en oblig^{s}.	
E. St-Gothard	= (1,200,000 fr. — 610,000 fr.) =	590,000 fr.
	dont 295,000 fr. en actions et 295,000 fr. en oblig^{s}.	
F. Greina	= (1,185,000 fr. — 610,000 fr) =	575,000 fr.
	dont 287,500 fr. en actions et 287,500 fr. en oblig^{s}.	

Le capital en obligations exigerait au taux de cinq pour cent les annuités ci-après par kilomètre de ligne :

D. Simplon	220,000 fr.	× 0,05	=	11,000 fr.
E. St-Gothard	295,000 »	× 0,05	=	14,750 »
F. Greina	287,500 »	× 0,05	=	14,375 »

Pour desservir l'intérêt des actions il resterait les chiffres kilométriques ci-après qui résultent en déduisant de la recette nette l'intérêt des obligations :

	Recette nette par kilomètre		Intérêts des obligations par kilomètre		Produit des actions par kilomètre
D. Simplon	37,255 fr.	—	11,000 fr.	=	26,255 fr.
E. St-Gothard	30,800 »	—	14,750 »	=	16,050 »
F. Greina	32,455 »	—	14,375 »	=	18,080 »

Etablissant en dernier lieu le rapport entre les chiffres du produit des actions par kilomètre et les chiffres du capital des actions par kilomètre de ligne, on obtient les taux du dividende de ceux-ci :

D. **Simplon** $\frac{\text{26,255 fr. de produit par kilomètre}}{\text{220,000 fr de capital actions par kilomètre}} = 0{,}_{1194}$ ou $11{,}_{94}$ %

E. **St-Gothard** $\frac{\text{16,050 fr. de produit par kilomètre}}{\text{295,000 fr. de capital actions par kilomètre}} = 0{,}_{0544}$ ou $5{,}_{44}$ %

F. **Greina** $\frac{\text{18,080 fr. de produit par kilomètre}}{\text{287,500 fr. de capital actions par kilomètre}} = 0{,}_{0629}$ ou $6{,}_{29}$ %

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

Résumé de la discussion.

Résumé de l'exposé et de la discussion.

Nous croyons avoir considéré maintenant le problème des passages italo-suisses sous les diverses faces qu'il comporte. Avant de poser nos conclusions définitives, nous voulons donner encore un court résumé des développements qui précèdent la discussion proprement dite.

Une double tâche préliminaire nous incombait pour donner à la discussion un caractère solide et concluant.

Nous devions d'abord *poser clairement la question* et établir les éléments de telle façon qu'une comparaison fut possible. A cet effet, il était nécessaire de choisir, pour la mise en parallèle des trois passages, des projets ou tracés conçus dans le même esprit, élaborés sur les mêmes bases. Nous ne pouvions partir pour l'un des passages de l'hypothése d'un tracé par le sommet du col, pour l'autre d'un tunnel inférieur ; nous ne pouvions attribuer à l'un une longueur triple de celle exigée par un souterrain, des rampes extraordinaires et génantes pour l'exploitation, et établir ensuite les calculs des distances relativement au tracé d'un passage voisin, placé dans des conditions plus normales. En agissant ainsi nous aurions encouru le reproche fondé d'avoir entrepris une œuvre partiale et une recherche peu concluante.

Pour éviter ce reproche et pour donner à notre travail l'impartia-

lité qui est dans nos intentions et la clarté qu'exige l'intelligence d'un sujet aussi complexe, nous avons dû attribuer d'abord à chaque passage son meilleur tracé et discuter à cet effet la position respective des lignes supérieures et inférieures. La même intention nous guidait, lorsque, il y a une année, nous publiions notre « *Etude critique des systèmes* » et lorsque nous soutenions que l'étude sérieuse du système à appliquer à chaque passage devait précéder la comparaison des divers passages entre eux.

Quant au choix de lignes basses avec tunnels de 15 à 20 kilomètres, pour les trois lignes italo-suisses, nous le croyons suffisamment motivé par les développements fournis au commencement de cet ouvrage et dès auparavant, par notre brochure : « *Étude critique.* » Nous croyons que la justesse de nos opinions se trouve confirmée précisément par la comparaison des trois passages *Simplon*, *St-Gothard*, *Greina* et par les résultats auxquels on arrive, en tenant compte de l'influence des altitudes différentes auxquelles passeraient les trois lignes dans l'hypothèse de trois souterrains de base.

Qu'il nous soit permis d'insister encore sur un seul fait déjà mentionné. Les obstacles techniques tiennent, ou bien à des lois fondamentales, ou bien à l'insuffisance des moyens pratiques. On ne peut pas espérer triompher des premières, l'humanité ne parviendra pas à changer les lois physiques qui régissent notre globe. Or, c'est une de ces lois que la gravité, c'est encore une loi mécanique que, pour lever un kilogramme à deux mètres il faut deux fois plus de force que pour le lever à un mètre. Voilà qui résume la position et l'avenir des lignes gravissant les sommets. Nul doute que ces lignes ne soient exécutables par des moyens plus ou moins appropriés; nul doute aussi qu'elles exigeraient par rapport aux lignes de plaine un immense surcroit de travail. On peut exploiter une montagne russe, mais on ne parviendra jamais à l'exploiter économiquement.

Quant aux lignes inférieures, leur établissement ne rencontre qu'une seule difficulté, qui tient à l'expérience encore insuffisante des moyens pratiques, des machines destinées à obtenir la perforation rapide et relativement économique des longs souterrains alpins. Depuis quelques années qu'on a commencé à expérimenter ces machines, on a obtenu des progrès continuels, et les résultats de 1865 ont dépassé même les prévisions que nous avions émises au commencement de 1864. Une telle marche progressive n'est elle pas de nature à faire

naître la conviction que d'ici à peu de temps le percement des longs souterrains s'exécutera en conditions normales quant au coût et à la durée. Est-il donc surprenant que l'on ne soit pas arrivé d'emblée aux résultats les plus satifaisants et que ces résultats n'aient été obtenus qu'après des essais et des tâtonnements, après la pratique du personnel chargé du maniement des appareils. Quelle est donc parmi les machines moins compliquées celle qui ait réussi du premier coup sans passer par une série de perfectionnements successifs?

Ces réflexions, tout en soutenant nos espérances, nous ont conduit à choisir pour les trois passages alpins Simplon, St-Gothard et Greina des lignes inférieures avec souterrains de base. Aujourd'hui, après les récents résultats obtenus dans l'attaque du Mont-Cenis, on peut considérer l'exécution de pareils souterrains comme une œuvre, toujours difficile sans doute, mais dépouillée de ce caractère incertain et problématique qui longtemps fournit un prétexte aux partisans de tracés hauts. En fut-il autrement et eussions nous encore à attendre les progrès actuellement atteints, que nous poserions carrément le dilemme : *Faire une ligne commerciale ou ne rien faire.* Car il ressort de nos calculs que la concurrence avec les lignes voisines, douées en partie d'une exploitation très facile ; que la concurrence avec l'alimentation maritime de l'Italie par l'Angleterre, et avec l'alimentation coloniale de la Suisse et du sud-ouest de l'Allemagne, par les ports du Nord et de Marseille ne serait pas possible si les lignes alpines étaient chargées de profils onéreux gravissant les sommets des cols. Ces lignes prendraient dans ce dernier cas le caractère d'artères *de transit local,* et ne pourraient justifier à ce titre des sacrifices importants. Il reste encore à prouver que l'établissement de tracés provisoires ait sa raison d'être, que ces tracés puissent être d'une exécution économique et que leur exploitation coûteuse pût seulement être compensée par le trafic qui leur serait dévolu et qui se développerait en tout cas très lentement.

Après avoir posé nettement le problème sur les bases que nous venons d'énoncer et après avoir choisi des lignes inférieures pour les trois passages, nous pouvions aborder la comparaison de ceux-ci. Ici nous rencontrions notre seconde tâche, *nous nous trouvions de prime abord en face de la nécessité d'établir les vrais principes de la comparaison* en lieu et place d'hypothèses fictives et essentiellement théoriques qui ont présidé jusqu'à ce jour à la rédaction de divers

ouvrages sur le même sujet. Nous avons dû prouver que pour déterminer le trafic d'un chemin on ne peut partir de l'idée que la ligne par laquelle on parcourt 500 kilomètres d'un point à un autre, doit nécessairement pour cela être préférée à celle qui oblige à un parcours de 501 kilomètres. Nous avons montré qu'il faut tenir compte de l'influence de la position maritime des lieux, des tarifs douaniers, des réseaux existants et des tarifs différentiels; nous avons dû insister enfin sur l'importance du profil des lignes et sur les conséquences qui en découlent quant au coût d'exploitation, la vitalité et la possibilité de lutter avec la concurrence des artères voisines.

Nos chiffres permettent de se rendre compte de ces éléments. Il n'entre pas dans nos intentions de revenir sur ces longs développements, mais nous dirons encore quelques mots sur le *principe des tarifs différents*, variables selon le coût d'exploitation plus ou moins élevé, principe qui forme le pivot de notre argumentation et qui se trouve adopté déjà par plusieurs hommes compétents pour juger la question. Cette base nous paraît si simple et si naturelle que nous avons peine à concevoir qu'on ne l'ait pas choisie de prime abord. C'est une chose surprenante que ces appréciations théoriques qui tendent à placer l'exploitation d'un railway en dehors des lois simples qui régissent toutes les entreprises industrielles. Celui qui produit à bon marché peut fournir à bon marché et plutôt que de tenir aux tarifs élévés, ne permettant qu'un rayon de consommation restreint, il baissera ses prix pour desservir une plus grande zône, et il ira pour les contrées plus éloignées jusqu'à la limite inférieure du tarif plutôt que de perdre une fourniture, et par là un bénéfice, tant petit qu'il soit. L'exploitation de toutes les grandes usines est là pour appuyer notre assertion. Partout nous voyons celui qui peut produire à bon marché écraser la concurrence. Tel est le cas pour les usines de fer, les houilles, les sels et tant d'autres industries et manufactures. Et ici même il y a encore souvent pour le petit producteur, moins favorisé par la nature des lieux, la ressource d'une fabrication spéciale par des procédés particuliérement soignés; la qualité de la marchandise peut lutter dans une certaine limite avec le désavantage dans les frais de production. Ce cas se présente pour les exploitations métallurgiques et autres; mais les Compagnies de transport ne sont pas même au bénéfice d'une pareille compensation. Pour elles le prix de revient de la fourniture résume tout et s'il faut établir encore que ce principe de

l'abaissement des prix, pour desservir un grand rayon est adopté par les Compagnies, il suffit de considérer les tarifs spéciaux de ces dernières, *abaissés à la dernière limite pour tous les* TANSPORTS A GRANDE DISTANCE.

De cette manière d'envisager la question il résultait pour nous la nécessité de partir dans notre comparaison des trois lignes italo-suisses, de l'hypothèse *de tarifs inégaux et de bénéfice égal* pour chaque Compagnie ou ligne par unité de poids, par tonne ou par quintal transporté sur son réseau plutôt que sur le réseau de la ligne concurrente. Enfin pour rester logique dans nos appréciations, *nous dûmes traiter avant tout du trafic des lignes* en partant de la base des tarifs différents. Nous ne pouvions supposer raisonnablement que l'une des Compagnies, mieux placée quant à l'exploitation de son chemin, conserverait les mêmes tarifs et que, ne pouvant pas faire un bénéfice de dix francs par tonne *elle laisserait un bénéfice de neuf francs à la société rivale, plutôt que de le réaliser elle-même en abaissant faiblement ses tarifs*. La thèse : « Périssent les colonies plutôt qu'un principe » serait à notre avis fort mal appliqué à l'exploitation d'un chemin de fer, à moins que l'on ne parte du seul principe que suivent les compagnies, celui de gagner le plus possible. En vertu de cette considération fort naturelle, nous devions admettre avant tout que chaque compagnie se résignerait à gagner moins sur un transport plutôt que de le laisser échapper entièrement en faveur d'une ligne concurrente. La lutte dans les tarifs étant ainsi inévitable, nous avons cru devoir partir de la seule base sérieuse et équitable, *de l'hypothèse du bénéfice égal par tonne et du tarif différent à raison de la différence dans les frais d'exploitation*. Nous serions arrivé à un résultat encore tout autre et bien plus favorable encore aux lignes de plaine, si nous avions introduit dans le coût d'exploitation des lignes, et dans la détermination du prix de revient d'une tonne transportée à un kilomètre, le coût d'établissement des chemins ou le service des intérêts du capital engagé dans chaque tracé alpin.

Conclusions proprement dites.

Quelles sont maintenant les conclusions qui ressortent de nos calculs quant aux trois lignes italo-suisses? Il suffira pour les résu-

mer de reproduire les conclusions partielles déjà présentées à la fin de chaque chapitre de la discussion.

Nous avons vu :

A. **Au point de vue des intérêt publics, commerciaux et économiques,**

1° *que le passage central par le St-Gothard donnerait au commerce maritime italien, soit au port de Gênes, un champ de trafic colonial bien moindre que le passage du Simplon ou celui de la Greina ;*

2° *Que dès lors la population suisse et allemande au Nord des Alpes intéressée à la ligne centrale est bien moindre que celle qui profiterait du Simplon ou de la Greina ;*

3° *Que les zônes de trafic continental acquises au Simplon ou à la Greina excéderaient de plus du tiers les zônes acquises au Gothard ; que par conséquent l'intérêt des populations desservies penche évidemment vers l'une ou l'autre des lignes extérieures, et surtout vers la combinaison des deux lignes.*

4° *Que le St-Gothard donnerait en général une communication moins rapide, que l'une ou l'autre des lignes extérieures pour le trafic des voyageurs.*

B. **Au point de vue des intérêts de l'entreprise financière, nous avons établi :**

1° *Que ses zônes étant très restreintes, le passage central par le St-Gothard aurait un trafic de marchandises beaucoup moindre qu'une ligne par le Simplon ou par la Greina.*

2° *Que nonobstant les tarifs réduits et la faible différence qui en découle quant à la recette brute, les lignes extérieures Simplon ou Greina, en présentant une grande économie quant au coût de l'exploitation, donneraient lieu à un plus fort chiffre de recette nette kilométrique.* (Simplon 38,755 fr., St-Gothard 32,300 fr., Greina 33,955 fr.)

3° *Que le coût total de construction des trois lignes serait très dif-*

férent (Simplon 150,000,000 fr., St-Gothard 175,000,000 fr. et 221,000,000 fr. avec la ligne Biasca-Camerlata; Greina 158,000,000 fr. et 204,000,000 fr. avec la ligne Biasca-Camerlata), de même que le coût kilométrique moyen (Simplon 1,050,000 fr., St-Gothard 1,200,000 fr., Greina 1,185,000 fr.) et que la comparaison à ce point de vue parlait évidemment en défaveur du St-Gothard.

4° *Qu'à raison des chiffres sus-énoncés, le St-Gothard, construit sans subventions donnerait lieu à un rendement très inférieur à celui d'une ligne par le Simplon ou par la Greina, construites également sans subventions.* (Simplon $3,_{69}$ °/₀, St-Gothard $2,_{69}$ °/₀, Greina $2,_{90}$ °/₀.)

On peut résumer ces divers chefs de conclusions en cette thèse:

Que le passage central par le St-Gothard, à raison de sa position topographique défavorable, ne peut être qu'une ligne coûteuse d'une exploitation très difficile, et qu'il ne pourra jamais, comme les passages extérieurs, devenir une grande artère commerciale.

Réflexions particulières au point de vue suisse.

Avant de clore notre livre, nous tenons à émettre encore quelques réflexions qui concernent plus particulièrement les intérêts suisses:

La démonstration récente faite par un certain nombre de cantons et par les compagnies du Central et du Nord-Est, semble indiquer que l'intérêt public est encore médiocrement compris dans cette question. Il est vraiment étonnant de voir pencher du côté du passage central des cantons comme ceux de Thurgovie, de Schaffouse et de Zurich, ce dernier étant sur une grande partie de son territoire (vallée de la Thour et rive orientale du lac) aussi bien et même mieux placé vis-à-vis de la Greina que vis-à-vis du St-Gothard. Il n'est pas moins curieux de voir le canton de Berne donner son appui à un tracé qui le *placerait précisément à côté de la ligne de transit* colonial et continental entre l'Italie et l'Allemagne, *qui écarterait à tout jamais le réseau jurassien*, et qui ne lui procurerait presque aucun avantage pour l'alimentation coloniale, *puisque pour lui cette alimentation resterait acquise à Marseille.*

Les seuls cantons réellement intéressés à préférer la ligne du St-Gothard sont ceux de la Suisse primitive, Lucerne et une partie d'Argovie. A l'exception de ces contrées, la Suisse entière serait, nous l'avons vu, beaucoup mieux desservie par l'une ou par l'autre ligne extérieure (Simplon ou Greina), ou même mieux desservie par les *lignes actuelles. Cela est surtout vrai pour la Suisse occidentale et pour le canton de Berne en particulier, c'est-à-dire pour la moitié de la population de notre pays qui est desservie par la voie de Marseille et pour laquelle une ligne par le St-Gothard n'aurait d'autre résultat que de lui enlever le faible transit qu'elle possède encore. Il est bien entendu qu'en parlant ici d'intérêts publics, nous entendons l'intérêt du peuple en général et non pas l'intérêt de quelques localités et de grandes maisons de commerce désireuses de conserver et d'étendre leur influence exclusive au point de vue commercial.*

UNE LIGNE CENTRALE EST PAR SA NATURE ESSENTIELLEMENT UNE LIGNE DE MONOPOLE. *L'avantage qu'elle pourrait comporter profiterait en premier lieu aux contrées situées sur son trajet, deviendrait plus faible au fur et à mesure qu'on s'éloignerait du centre, et laisserait les parties périphériques du territoire dans un état d'abandon complet.* LE COTÉ CARACTÉRISTIQUE DES LIGNES EXTÉRIEURES EST QU'ELLES PROFITERAIENT ÉGALEMENT A TOUT LE MONDE. *Si le Simplon met la ville de Lausanne au bénéfice d'une centaine de kil. de moins vis-à-vis de la mer ou vis-à-vis d'une cité italienne, il est évident que Berne, Bâle et Lucerne se trouveraient au bénéfice du même parcours. Il en est de même des avantages qu'assure le transit. Le courant se dirigeant par le Simplon sur l'Allemagne passerait toujours par Berne et Bâle. Le courant sur la France centrale serait acquis à la Suisse française, mais ce courant n'appartiendrait dans aucun cas au St-Gothard et aux cités de la Suisse allemande. Le courant par la Greina emprunterait également les voies par St-Margrethen ou Zurich, Schaffouse, Constance, etc.*

De même que l'intérêt italien en général, et l'intérêt génois plus particulièrement parlent en faveur du Simplon ou de la Greina, de même aussi ces dernières lignes offrent un avantage marqué pour la majorité de la population suisse.

Priorité entre le Simplon et la Greina.

Nous avons déjà fait entrevoir que la solution la plus satisfaisante pour les intérêts publics consisterait à établir les deux lignes Simplon et Greina au lieu du passage central par le St-Gothard. Cette solution paraît très naturelle si l'on envisage que le coût du St-Gothard est bien supérieur à la moitié du coût total Simplon-Greina; que les deux lignes extérieures, douées d'un plus fort trafic et de moindres frais d'exploitation, donneraient un résultat financier peu différent de celui du passage central et devraient pouvoir compter sur de plus fortes subventions de la part des populations, compagnies de chemins de fer et Etats intéressés. Nous avons la conviction aussi, qu'avec le temps, lorsque les entreprises de percement des longs tunnels revêtiront un caractère normal, on se décidera plus facilement à l'établissement de deux artères qui doivent assurer de si grands avantages au commerce entre l'Italie et le centre de l'Europe. On ne peut nier cependant que dans le moment actuel, et vu le non-achévement du tunnel du Mont-Cenis, l'exécution simultanée de deux lignes alpines italo-suisses présenterait de faibles chances. *Cet argument ne peut parler en faveur du St-Gothard, puisque nous venons de voir que chaque ligne extérieure prise isolément serait infiniment préférable au passage central*, que l'on considére l'intérêt public ou celui de l'entreprise. La question devient donc purement et simplement de savoir lequel des deux passages extérieurs *Simplon* ou *Greina* mérite la priorité de construction.

Nous avons établi qu'au point de vue du trafic colonial le Simplon est supérieur à la Greina, qu'il ouvrirait au commerce gênois le débouché sur toute la Suisse occidentale, et sur un chiffre de population plus fort. En ce qui concerne le trafic continental, la Greina étendrait son rayon vers l'Orient, mais perdrait sur le Simplon une forte portion de territoire en France. En somme, il y a sensiblement position d'égalité par rapport aux surfaces de territoire et aux chiffres de population, mais le Simplon serait doué d'un tonnage plus intense puisqu'il mettrait en communication plus directe avec l'Italie les houilles du bassin de la Loire. En outre le Simplon, donnant lieu à un moindre coût d'établissement et d'exploitation et à un plus fort chiffre de recette nette kilométrique et de rendement, parait avantageux en tant que l'on considére l'intérêt d'une entreprise de construction et d'exploitation d'une ligne alpine. *Il n'exigerait que la construction de 143 kilomètres de lignes dont 107 kilomètres seraient*

dans les conditions des plus faciles lignes de plaine. Pour joindre Coire à Camerlata, il reste à établir 190 kilomètres dont 160 kilomètres en conditions difficiles. Ces considérations trés majeures qui parlent pour le Simplon et qui sont de nature à réagir surtout sur le Gouvernement italien, le commerce gênois et les capitalistes en général, se trouvent contrebalancées cependant au point de vue suisse par certains arguments de l'ordre politique qui favorisent l'établissement de la ligne orientale. La réunion plus intime du Tessin à la Suisse est au nombre de ces arguments.

Nous ne nous chargerons pas de trancher cette grave question de la priorité entre les deux passages. Nous pensons au reste que le principe de l'initiative privée et de l'inimmixtion de l'Etat, principe consacré par les actes officiels de la Confédération, laissera à la spéculation le soin d'opter entre les deux directions reconnues plus avantageuses que le St-Gothard. Dans notre pensée et conformément aux arguments développés, la priorité devrait appartenir au passage par le Simplon, à raison de ses grandes facilités d'établissement, de son trafic abondant et de son exploitation économique. Si ce passage a pu perdre dans l'opinion publique et dans l'opinion de quelques techniciens, par le fait que, le prônant maladroitement on lui a appliqué des tracés onéreux passant par le sommet du col, il n'est pas douteux que ses avantages reparaîtront après un examen sérieux, approfondi et impartial et que l'on finira par reconnaître que par sa configuration topographique, par la faible épaisseur de la chaîne et le caractére facile des vallées qui aboutissent vers le col, **cette direction est propice avant toutes pour la création d'une grande artère commerciale.**

ANNEXES

I. PROJET PAR LA GRIMSEL

Un nouveau projet de chemin de fer alpin vient de surgir depuis peu de semaines. C'est le passage par le *Grimsel*, proposé par l'ingénieur Michaelis et plus tard par M. Schmidt, examiné récemment par une commission nommée par le gouvernement Bernois. Ce passage est situé entre le Simplon et le St-Gothard.

Selon les propositions de M. Schmidt la ligne par le Grimsel déboucherait au midi des Alpes sur le réseau des chemins de fer tessinois concédé, entre Camerlata et Biasca; outre ce debouché qu'il aurait de commun avec les passages orientaux et la ligne du St-Gothard, le tracé par le Grimsel serait encore identique avec celui de la ligne centrale jusqu'à Airolo, c'est-à-dire jusqu'à la tête méridionale du grand souterrain inférieur du St-Gothard. A partir de *Airolo*, le tracé de M. Schmidt continue à remonter la vallée du Tessin sur 10 kilomètres environ jusqu'à Aqua et Bedretto, traverse le col de *Geren* par un souterrain long de 11,6 kilomètres projeté à l'altitude culminante 1481 mètres, rejoint la vallée supérieure du Rhône, la traverse sur le court parcours de un kilomètre, entre ensuite dans un second souterrain sous le col du *Grimsel* (longueur $9,_2$ kilomètres, altitude culminante 1400 mètres). La tête septentrionale du souterrain par le Grimsel débouche sur la vallée de l'Aar. Reporté maintenant dans cette vallée sur le versant nord des Alpes, le tracé la descend par Guttanen, Mühlethal et Meyringen jusqu'à Brienz (embouchure de l'Aar dans le lac du même nom), suit la rive septentrionale du lac de Brienz, regagne a Interlaken la rive occidentale du lac de Thoune, qu'il cotoie jusqu'à

Schertzlingen où s'opérerait la jonction avec le réseau existant du Central-Suisse, soit avec la ligne Thoune-Berne.

Indépendamment de cette artère principale *Berne-Thoune-Grimsel*, *Oberwald-Geren-Airolo-Biasca*, M. Schmidt projette deux lignes d'embranchement devant rejoindre : l'une la Suisse occidentale en descendant la vallée supérieure du Rhône depuis *Oberwald* à Brigue et de là à *Sion*, où elle se raccorderait aux lignes valaisannes; l'autre la direction de *Lucerne* à *Zurich*, traversant à cet effet le col de *Brunig* près de Brienz par un souterrain de $3,_{6}$ kilomètres, et regagnant ensuite les bords du lac des Quatre-Cantons en passant près du petit lac de Lungern et par Sarnen.

Les longueurs de ces diverses lignes à construire sont les suivantes :

1° Ligne principale Thoune-Grimsel-Airolo-Biasca . .	$155^{k},_{00}$
2° Embranchement Oberwald-Brigue-Sion	$97^{k},_{00}$
3° Embranchement Brienz-Brunig-Lucerne	$40^{k},_{00}$
Longueur Totale	292 kil.
et avec le chemin Tessinois (86^{k}_{00} de Biasca à Camerlata)	378 »

Cette longueur est de 150 kilomètres plus forte que celle du Saint-Gothard (Camerlata-Zoug 231^{k}.)

Elle est presque triple de celle du Simplon (Gozzano-Sion 143^{k}.), et double de celle de la Greina (Camerlata-Coire $190^{k},_{00}$); *elle est plus forte de $45^{k},_{00}$ que le réseau des deux lignes Simplon et Greina, combinées* ($143^{k},_{00}$ + $190^{k},_{00}$) = $333^{k},_{00}$.

Le Simplon (altitude 731^{m}) est grevé par rapport à Gênes d'une longueur additionnelle de $66^{k},_{00}$ (compris l'Apenin).

Le St-Gothard (altitude 1346^{m}) est grevé par rapport à Gênes d'une longueur additionnelle de $151^{k},_{00}$ (compris l'Apenin et le mont Cenère).

La Greina (altitude 1110^{m}) est grevée par rapport à Gênes d'une longueur additionnelle de $127^{k},_{50}$ (compris l'Apenin et le mont Cenère).

Le *Grimsel* (altitude 1481^{m}) est grevé par rapport à Gênes d'une longueur additionnelle de $165^{k},_{00}$ (compris l'Apenin et le mont Cenère).

Le Simplon comporte un souterrain de	$17^{k},_{50}$
Le St-Gothard » » » »	$15^{k},_{40}$
La Greina » » » »	$20^{k},_{50}$
Le *Grimsel* comporte 3 souterrains d'une longueur totale de ($3^{k},_{6}$ + $9^{k},_{3}$ + $11^{k},_{6}$) =	$24^{k},_{50}$

Sur les trois lignes le projet du Grimsel comporte des rampes de 20 à 26 pour mille.

L'idée fondamentale des auteurs du projet par le Grimsel est apparamment celle de concilier les intérêts de la Suisse centrale, notamment ceux du canton de Berne, avec les intérêts de la Suisse occidentale, en donnant à celle-ci la ligne d'embranchement *Oberwald-Brigue-Sion. Cette dernière ligne cependant ne figure pas dans les devis du Grimsel comparés à ceux du St-Gothard, bien que d'autre part on fasse ressortir cet argument que le Grimsel en rendant superflu le Simplon*, produirait par rapport au St-Gothard une économie de près de cent millions.

Nous ne pouvons entrer dans cette manière originale de faire ressortir les avantages du Grimsel quant au coût de construction, et nous prendrons note ici du fait indiqué par les experts du Grimsel, *que cette dernière ligne sans les embranchements sur Thoune* (Berne) *et sur Sion* (Valais) coûterait environ neuf millions de plus que la ligne du St-Gothard. Nous croyons que l'écart serait plus considérable.

Mais, si d'après les prémisses des auteurs même du projet, le Grimsel, ne pourrait donner une satisfaction à la Suisse occidentale et aux cantons de Berne, *qu'à la condition que l'on ajoute aux devis de ce passage le coût des tronçons Oberwald-Sion et Brunig-Thoune*, d'une longueur totale des près de 150 kilomètres; si en un mot la satisfaction à donner exigerait une somme de 70 à 75 millions en sus de celle portée au devis, *nous nous chargeons à notre tour de prouver que la Suisse occidentale n'est point intéressée au Grimsel*, alors même que l'on fait entrer en ligne de compte le tronçon Oberwald-Sion; nous prouverons que ce dernier tronçon pourrait tout au plus ouvrir au passage par la Grimsel le débouché commercial sur les montagnes du Haut-Valais. *D'un autre côté nous établirons la supériorité qu'aurait le passage du Simplon sur celui par la Grimsel, même pour le canton de Berne.*

De Marseille à St-Maurice en Valais (vallée du Rhône) la distance est de 630 kilométres par les lignes de l'Ouest-Suisse (Genève-Lausanne-St-Maurice), et sera de 610 kilomètres seulement après l'achève-

ment prochain des lignes de Savoie, qui longent le littoral sud du lac Léman. De Gênes à St-Maurice nous avons les distances qui suivent :

a) Gênes-Milan-Camerlata	202^{k}_{00}
b) Camerlata-Biasca-Airolo	130^{k}_{00}
c) Airolo-Bedretto-Geren-Oberwald-Brigue	67^{k}_{00}
d) Brigue-Sion	52^{k}_{00}
e) Sion-Martigny-St-Maurice	41^{k}_{00}
f) Distance additionnelle pour la traversée de l'Apenin (35^{k}), du Mont-Cenere (25^{k}) et du Geren (105^{k}_{00})	165^{k}_{00}
Distance totale :	657 kilom.

Distance plus forte de 47 kilomètres que celle qui sépare St-Maurice de Marseille. On peut conclure de là que le Grimsel ne pourrait compter au point de vue du trafic colonial que sur l'alimentation de la partie supérieure de la vallée du Rhône et que la Suisse occidentale sauf cette partie resterait dans le rayon de Marseille.

De même, si nous partons au point de vue du trafic continental, de Gênes et de l'Italie occidentale par le Mont-Cenis ou par le Grimsel, nous trouvons que le rayon de ce dernier passage s'arrêterait entre St-Maurice et le lac de Genève, et plus à l'Est aux environs de Fribourg et du lac de Bienne.

Si l'on ajoute au devis du Grimsel le coût de *l'embranchement Brunig-Berne*, dont l'exécution est inhérente aux intérêts qui font patronner le passage par le Grimsel, on trouve que ce dernier passage devient avantageux pour le canton de Berne par rapport au St-Gothard. La distance Marseille-Berne est de 670 kilomètres. De Gênes à Berne par le Grimsel nous obtenons 644 kilomètres, attribuant au Grimsel la distance additionnelle de 160 kilomètres. Le rayon de trafic colonial de Marseille qui s'étendrait dans l'hypothèse St-Gothard à dix kilomètres de Berne vers Langnau, serait reculé par la ligne du Grimsel de treize kilomètres vers l'occident de Berne. Outre cet avantage sur le St-Gothard, le Grimsel aurait au point de vue bernois celui d'un trajet par le canton dans le sens de sa plus grande longueur.

Du côté de Zurich et de l'Orient le passage par le Grimsel donnerait lieu à un surplus de chemin de près de 50 kilomètres sur le St-Gothard et perdrait une faible zône équivalente à celle qu'il gagnerait vers l'Occident. Par rapport au Grimsel, la ville de Zurich appartiendrait évidemment au rayon de la Greina. Ni le St-Gothard, ni le Grimsel procureraient un avantage quelconque à la Suisse occidentale et orientale. Vis-à-vis de ces contrées les deux passages peuvent être considérés comme étant sur un pied d'égalité, c'est-à-dire *d'égale inutilité*. La question St-Gothard-Grimsel est donc indifférente à la majeure partie de la Suisse, mais elle intéresse un peu plus particuliérement les cantons de Berne, de Zurich et de la Suisse centrale. Zurich ne peut prêter la main à l'exécution d'une ligne *qui lui serait moins favorable que le St-Gothard et la Greina* — et le canton de Berne n'a point d'intérêt à subsider le passage du St-Gothard *qui ferait passer le gros du trafic par Lucerne, Olten, Bâle, Zoug, Zurich, le placerait sur une ligne d'embranchement, laisserait son alimentation coloniale au port de Marseille,* et *ôterait tout espoir pour un courant industriel passant par les lignes du Jura et les motivant.*

Si Berne *est intéressé à ce que le St-Gothard ne se fasse pas*, il a d'un autre côté plus d'intérêts engagés à la construction du Simplon qu'à l'établissement d'une ligne par le Grimsel.

Nous venons de trouver la distance Gênes-Berne par le Grimsel — 644 kilomètres (distance additionnelle 165^k_{00}). Par le Simplon nous avons 575 kilomètres seulement (distance additionnelle 60^k_{00}). De là l'avantage de 69 kilomètres pour toute la partie du canton de Berne située au Nord de la ville fédérale. La limite entre les rayons Grimsel et Simplon serait sensiblement à Thoune, en ce qui concerne le trafic partant de *Gênes* soit de *l'Italie occidentale.*

En prenant par rapport à *l'Italie orientale* le point de départ *Milan*, nous trouvons par le Simplon la distance Milan-Berne 428 kilomètres, par le Grimsel 446 kilomètres.

Le Simplon a pour conséquence presque forcée la construction des lignes du Jura, après l'établissement desquelles il serait placé pour le trafic italo-allemand en bien meilleures conditions encore que nos calculs l'ont démontré en partant du réseau des lignes existantes.

Le Grimsel peut donc rivaliser aussi peu que le St-Gothard avec les lignes extérieures plus faciles. Il se trouve sous le poids des mêmes arguments. Gravissant des altitudes plus fortes que le St-Gothard,

cette ligne ne se prêterait nullement aux exigences d'une artère commerciale; débordée par la concurrence elle ne pourrait compter sur un trafic abondant, qui seul serait cependant de nature à motiver les sacrifices pour la création d'une ligne alpine, sacrifices considérables surtout pour le passage du Grimsel.

Plus on examine cette question, plus on peut se persuader de la justesse de cette assertion: que la position des lignes *italo-suisses* dépend tout autant de leur profil que de leur tracé en plan.

II. MONT-CENIS.

Les travaux de percement du souterrain du *Mont-Cenis* ont donné des résultats relativement satisfaisants pendant l'année 1864. Nous empruntons au *Journal officiel du royaume d'Italie* les données suivantes, consignées dans le rapport annuel du ministère des travaux publics.

L'avancement total a été, durant l'année 1864, de 1088 mètres. Cet avancement est supérieur à celui obtenu en 1863 (802 mètres) de prés de 30 pour cent, et supérieur à celui obtenu en 1862 (623 mètres) de 75 pour cent.

Le tableau suivant donne l'état d'avancement des travaux dès leur commencement (1857) :

TÊTE SEPTENTRIONALE (MODANE).			TÊTE MÉRIDIONALE (BARDONNÈCHE).		
	Années.	Mètres.		Années	Mètres
à la main	1857	10,80		1857	27,18
à la main	1858	201,95	à la main	1858	257,57
à la main	1859	132,75	à la main	1859	236,35
à la main	1860	139,50	à la main	1860	203,80
à la main	1861	193,00		1861	170,00
à la main	1862	243,00	par machine	1862	380,00
par machine	1863	376,00	par machine	1863	426,00
par machine	1864	467,00		1864	621,00
	Total,	1764,00		Total,	2321,90

Et pour les deux têtes, 4085^{m},90.

La longueur totale du souterrain est de 12,220 mètres.

Si nous contemplons d'une manière plus particulière le résultat de l'année 1864, nous trouvons sur les deux têtes du tunnel les avancements mensuels ci-après spécifiés :

1864.

AVANCEMENT.

TÊTE SEPTENTRIONALE (MODANE). Mois.		Mètres.	TÊTE MÉRIDIONALE (BARDONNÈCHE). Mois.		Mètres.
Janvier	24,65	213,30	Janvier	43,50	265,20
Février	43,15		Février	40,10	
Mars	43,10		Mars	40,90	
Avril	51,35		Avril	48,10	
Mai	24,55		Mai	43,30	
Juin	26,50		Juin	49,30	
Juillet	46,80	253,35	Juillet	60,80	356,10
Août	30,45		Août	56,60	
Septembre	45,05		Septembre	57,10	
Octobre	50,80		Octobre	61,75	
Novembre	39,40		Novembre	59,75	
Décembre	40,85		Décembre	60,10	
	Total,	466,65		Total,	621,30

Avancement total de l'année pour les deux têtes (466,65, plus 621,30) 1088 mètres.

Ce qui doit nous frapper surtout dans ce dernier tableau, c'est l'avancement relativement considérable obtenu pendant le second semestre sur la tête de Bardonnèche. Ce résultat tient à une réduction de la section de la galerie d'avancement et à un récent perfectionnement des machines perforantes, perfectionnement essayé sur la tête méridionale, qui sera prochainement appliqué du côté de Modane. On peut considérer un avancement semestriel de $356^{m}{}_{,10}$ par tête comme étant définitivement acquis. Dès lors, l'avancement annuel pour deux têtes s'obtiendra $= 4 \times 356^{m}{}_{,10} = 1424^{m}{}_{,40}$.

Les premiers mois de 1865 confirment ce résultat. Nous trouvons les avancements qui suivent :

(Modane.)			(Bardonnèche.)		
Mois.	Mètres.		Mois	Mètres	
Janvier	38,00	147	Janvier	65,00	188
Février	55,00		Février	56,00	
Mars	54,00		Mars	67,00	

En vue de ce progrès maintenant acquis, nous croyons pouvoir adopter comme base de nos calculs un percement annuel de 1500 mètres, d'autant plus que les récentes nouvelles nous apprennent que des succès plus importants ont été obtenus, et qu'on est arrivé maintenant à un avancement journalier de 3 mètres par point d'attaque, soit de six mètres en tout.

Pour notre part, nous croyons qu'on obtiendra avec le temps des résultats bien plus favorables encore. Quoiqu'il en soit, les faits acquis confirment déjà suffisamment notre opinion exprimée il y a deux ans et plus, et ils montrent qu'on ne doit pas désespérer de quelques insuccès au commencement, lorsque les entreprises ne sont en opposition avec aucune loi fondamentale et n'exigent que l'expérience des moyens. Il y a peu de temps encore que divers ingénieurs nous prouvèrent qu'il faudrait trente ans pour achever le tunnel du Mont-Cenis. Aujourd'hui, on peut entrevoir l'achèvement dans cinq ans ou moins.

III. Rapport technique sur la ligne du St-Gothard.

(Par MM. Beckh, Gerwig et Wetli, ingénieurs en chef.)

Le rapport technique sur le chemin de fer du St-Gothard vient de paraître. Ce document, émanant de l'initiative du comité officiel du passage alpin central présente des conclussions qui ne sont rien moins que favorables à ce dernier passage. D'après le calcul de rendement annexé au rapport technique il faudrait une subvention sans intérêts de soixante millions de francs, *payable d'avance*, et représentant à intérêts simples au 5 p. cent. pendant 8 ans le chiffre de ***84 millions***. Dans ces conditions les auteurs du travail estiment que l'entreprise d'une ligne ferrée en travers le St-Gothard pourrait donner un rendement de $5,_{46}$ p. cent. ***Il est à remarquer toutefois que ce***

calcul bloque dans l'entreprise du St-Gothard les chemins tessinois concédés à la Société anglaise Sillar et Comp. En défalquant ce tronçon et en ne considérant que *le chemin alpin proprement* dit, entre Biasca et Zoug, compris l'embranchement sur Lucerne, on arriverait, toujours d'après les données de MM. Schmidlin, Koller et Stoll, à un coût kilométrique moyen de $\frac{178,751,000 \text{ fr.}}{159 \text{ k. } 5} = 1,120,000$ francs environ. Pour une recette nette de (48,000 fr. — 21,000 fr.) = 27,000 fr. par kilomètre, on aurait un rendement de $\frac{27,000 \text{ fr}}{1,120,000 \text{ fr.}} = 2,_{41}$ p. cent. au lieu de $3,_{15}$ p. cent. que trouvent les auteurs, *sans la subvention.* En tenant compte de cette dernière, et admettant en outre que la moitié du capital supplémentaire, soit environ $(\frac{178,751,000-84,000,000}{2}) =$ 47,500,000 francs seraient représentés par des obligations portant intérêt au taux de cinq pour cent, on arrive pour l'autre moitié, soit pour le capital des actions à un rendement de $3,_{50}$ pour cent seulement. (Supposé un versement de 1,200 fr. par an et par kilomètre au fonds de réserve.)

Ce résultat paraît encore relativement favorable à la ligne du St-Gothard. En dehors de l'erreur que nous venons de relever en défalquant de l'entreprise du St-Gothard le réseau des lignes tessinoises, il en est une autre qui mérite d'être signalée. C'est que les auteurs attribuent la recette kilométrique de 48,000 fr. non-seulement à la ligne *Biasca-Fluelen* et *Fluelen-Zoug*, mais encore à l'embranchement Goldau-Immensee-Lucerne. *Or il est évident que, le trafic devant se partager à partir de Goldau sur les deux bifurcations, il ne peut plus être compté comme étant sur chacune d'elles aussi intense que sur la ligne commune.* En défalquant cette erreur on arrive à un rendement encore inférieur à celui de $3,_{50}$ p. cent. Cela est d'autant plus supposable qu'on doit présumer que le rapport technique n'ait exagéré en rien les difficultés du passage central.

Ces rectifications étant opérées, on trouve aussi qu'il faudrait, pour faire rapporter au capital actions le taux de cinq pour cent un chiffre supplémentaire de 13 millions qui porterait la subvention totale à (84,000,000 + 13,000,000) = 97,000,000 ou cent millions de fr. en chiffres ronds.

Nous tenions à relever ces résultats, en nous basant en grande partie *sur les chiffres donnés par le comité officiel du St-Gothard* et en ne défalquant que les erreurs patentes. D'une manière générale nous croyons les chiffres contenus dans notre comparaison des trois

lignes, plus concluants, d'abord parce qu'ils partent d'un chiffre un peu supérieur pour le coût du tunnel alpin, ensuite parce qu'ils ne supposent qu'une seule ligne se bifurquant près de Zoug sur la ligne de Zurich à Lucerne. Cette hypothèse nous paraît fondée, car dans notre pensée le faible gain de parcours de 8 kilomètres dans la direction de Bâle ne motiverait pas suffisamment la dépense considérable qui serait occasionnée par l'établissement d'un surplus de chemin de 24 kilomètres, placé dans les conditions difficiles des lignes qui longent les lacs alpestres.

Il nous incombe de mentionner une autre particularité. En dehors du tracé inférieur de M. Wetli, que nous avons pris pour base de nos appréciations, le rapport technique du St-Gothard pose plusieurs autres tracés, ainsi *une ligne directe Gœschenen-Airolo*, avec souterrain *sans puits* de près de 15 kilomètres de longueur. Ce tracé raccourcirait la ligne de 6 à 7 kilomètres environ et ferait gagner en outre, sur la distance additionnelle que nous avons attribuée au passage central, environ 16 kilomètres, en abaissant de 160 mètres le point culminant de celui-ci. Les experts techniques estiment que le surplus dans le coût de la construction du tunnel serait largement compensé par les plus grandes facilités d'exploitation, et à plusieurs endroits ils émettent plus ou moins directement cette opinion, « *qu'une ligne alpine pour répondre à son but et pour devenir une artère commerciale, doit être percée aussi bas que possible, et qu'on ne doit pas craindre les sacrifices dans le coût et la durée de l'établissement pour atteindre ce résultat.* » Cette opinion, à notre avis si vraie et si sensée, est une précieuse confirmation des bases que nous avons adoptées pour la rédaction de notre travail. Nous croyons que le tracé proposé par MM. Beckh et Gerwig est en effet le meilleur, en d'autres termes, le moins défavorable que l'on puisse trouver pour le St-Gothard. Le comité officiel ne tranche pas cette question et laisse pour ainsi dire la discussion ouverte en publiant à côté du rapport des experts celui de M. l'ingénieur Ch. Wetli, donnant les motifs à l'appui du tracé que nous avons décrit page 40. En adoptant le tracé inférieur des ingénieurs Beckh et Gerwig nos calculs des distances seraient légèrement modifiés, et deviendraient un peu plus favorables au passage central, tandis que d'autre part le coût d'établissement de ce passage augmenterait. Ce n'est plus la place d'introduire des modifications qui ne sauraient exercer aucune influence marquante sur

nos conclusions. Les coëfficients par nous adoptés pour réduire la hauteur franchie en distance additionnelle sont si faibles et si favorables aux lignes de montagne, que nous ne craignons pas de dire qu'une appréciation tout à fait rigoureuse et moins réservée écarterait d'une manière plus positive encore le St-Gothard vis-à-vis du Simplon et confirmerait nos conclusions.

Il y a dans toute cette question un principe à trancher : Doit-on partir, en envisageant la position des lignes alpines, d'un calcul théorique ou abstrait, de distances mesurées au compas, ou bien est-il sensé, naturel et logique, de descendre dans le domaine des faits et de chercher la ligne qui, tout en favorisant le plus grand public au double point de vue de la vitesse et de l'économie de transport, donnerait le meilleur rendement, aurait le plus grand trafic et les moindres frais d'établissement et d'exploitation.

Si à cet égard la réponse n'est pas douteuse, nous croyons pouvoir admettre avec MM. Koller, Schmidlin et Stoll que la solution du passage des Alpes est garantie par l'intelligence de notre époque, par son esprit d'entreprise et par son énergie dans l'éxécution des grandes œuvres. Mais ce que nous n'admettons pas, c'est que ces qualités puissent amener la construction d'une ligne par le St-Gothard. Dans notre pensée, ce serait douter de l'intelligence du public et supposer éconduits son esprit d'initiative et son énergie, que de croire à l'exécution du passage qui atteindrait dans notre conviction les moindres résultats avec les plus grands sacrifices.

Le rapport technique sur le chemin de fer du St-Gothard contient quelques données intéressantes sur le coût des installations et des travaux du Mont-Cenis. Nous en extrayons les passages qui suivent :

« Les machines de compression de Fourneaux ne travaillent, en moyenne, que 16 h. au lieu de 24 ; en outre, il n'y a en mouvement qu'à peu-près $^5/_8$ de pompes à air, et les puissantes machines du dernier système ne forment qu'une partie de l'appareil. Néanmoins, nous supposons l'importance des établissements du Gothard, à raison de leur puissance de travail, de $^1/_5$ environ plus considérable qu'au Mont-Cenis, si l'on n'y employait que des machines du plus nouveau système ; car les efforts à faire pour imprimer plus d'accélération aux travaux et pour aérer abondamment les chantiers du tunnel du Gothard, y occasionneront une consommation d'air beaucoup plus considérable qu'elle n'a eu

lieu jusqu'à présent au Mont-Cenis. Nous supposons, d'autre part, que l'importance des ateliers et magasins du Gothard sera inférieure de plus de 1/3 à ceux du Mont-Cenis, parce que la plus grande partie des expériences, qui ont été faites au Mont-Cenis, ne seront plus à répéter au Gothard.

Cela posé, nous calculons les frais comme il suit :

	fr.
1 canal d'une longueur de 3,000′, d'une largeur moyenne de 25′ et d'une profondeur de 10′ = 7,500 perches à 10 fr.	75,000
Canaux d'écoulement et empellements	10,000
Travaux hydrauliques à l'entrée du bâtiment pour les roues et les machines	25,000
Bâtiment pour 8 roues hydrauliques et 8 doubles pompes à air, 150′ de long, 60′ de large, 30′ de haut = 270,000′c à 40 c.	108,000
Fondations pour les 8 roues hydrauliques et pour les 8 doubles pompes à air . . . , ...	24,000
Canaux d'écoulement pour les 8 roues hydrauliques et canal principal d'écoulement	50,000
8 roues hydrauliques en fer avec tous les accessoires à 20,000 fr.	160,000
8 doubles pompes à air à 25,000 fr.	200,000
5 récipients d'air, placés dans le bâtiment des machines, 150′ de long, 5′ de diamètre et d'une épaisseur de 0,04′, en chiffres ronds = 2,200 quintaux, y compris les supports et tous les accessoires à 30 fr.	66,000
1 bâtiment pour 5 réservoirs d'air, 210′ de long, 50′ de large, 15′ de haut = 157,500′c à 15 c., en chiffres ronds	25,000
5 réservoirs d'air 200′ de long, 6′ de large et d'une épaisseur moyenne de 0,04′, en chiffres ronds = 4,000 quintaux à 30 fr.	120,000
1 usine à gaz, contenant une chambre de purification et un gazomètre d'une contenance de 2,000′c, un fourneau avec des cornues	15,000
1 atelier de construction, 300′ de long, 40′ de large, 20′ de haut = 240,000′c à 40 c.	96,000
A reporter,	Fr. 974,000

	Fr.
Report,	974,000
1 magasin, 100' de long, 40' de large, 20' de haut — 80,000'c à 30 c.	24,000
1 forge avec magasin pour petites réparations dans le tunnel	20,000
1 magasin de chaux et de poudre	10,000
2 grands magasins à bois	20,000
1 maison pour les employés et les bureaux, 80' de long, 45' de large 40' de haut — 144,000'c à 60 c.	86,400
15 maisons d'ouvriers à 80' de long, 30' de large, 30' de haut — 1,080,000'c à 45 c.	486,000
Etablissement de l'atelier avec moteur et pompes à eau, etc., qui seront nécessaires pour le service dans l'intérieur du tunnel	200,000
Magasinage de pièces de réserve	10,000
2 affûts de forets avec tender à 10,000 fr.	20,000
80 machines perforatrices à 3,000 fr.	240,000
1,000 forets, 250 quintaux à 100 fr.	25,000
1,000' de voie provisoire construite avec de petits rails, 100 quintaux avec les traverses nécessaires, à 20 fr.	2,000
30 wagonnets, chiens, pour le service dans la galerie d'avancement, à 100 fr.	3,000
Divers	79,600
Total fr.	2,200,000

Par conséquent, pour les deux cotés ensemble, fr. 4,400,000

Dans le compte des constructions hydrauliques, nous avons pris principalement pour base l'organisation de Fourneaux ; cependant, nous devons faire remarquer qu'on pourrait remplacer les roues hydrauliques par un paire de turbines avec conduite souterraine d'eau qui serait mise à l'abri de la gelée, et que, par ce moyen, on pourrait obtenir, à beaucoup moins de frais, les forces motrices nécessaires au Gothard.

a. Frais qui dépendent de la longueur du tunnel et de la durée de la construction.

Depuis et compris le mois d'août 1863 jusqu'au mois de février 1864, on a percé dans la galerie de Fourneaux $224,_{97}$ mètres cou-

rants, qui, multipliés par la section moyenne de $10,_{3}$ mètres carrés, donnent un volume de $2,362,_{18}$ mètres cubes. Les travaux exécutés, soit dans la galerie, soit dans la forge établie auprès de l'ouverture du tunnel, ont coûté, durant cette période :

	En somme fr. c.	Par mètre courant fr. c.
Les ouvriers employés au percement mécanique	54,724. 10	243. 18
Les ouvriers employés à préparer, nettoyer, charger et faire sauter les mines	6,317. 45	28. 03
L'enlèvement des débris provenant de l'explosion	17,786. 20	79. 06
La réparation des fleurets.	6,868. —	30. 45
$13,548,_{50}$ kil. de poudre, à 2 fr. 25c	30,484. 12	135. 50
$46,437,_{00}$ mètres de mèche à 0 fr. $05._{8}$	2,693. 35	11. 98
$8,888,_{00}$ kil. de charbon à 0 fr. $06._{9}$	613. 27	2. 72
$4,040,_{00}$ kil. de houille à 0 fr. 05	202. —	—. 89
$2,592,_{00}$ kil. d'huile à brûler et à graisser les machines et les wagonnets	4,276. 80	19. —
Total fr.	123,965. 29	

D'après des communications que nous avons reçues dans les bureaux de M. Sommeiller, à Turin, les chiffres ci-après correspondent aux dernières expériences concernant les frais faits dans l'atelier de réparation et pour la production de l'air comprimé nécessaire à l'exécution des travaux de la petite galerie :

Salaires des ouvriers occupés	
à la compression de l'air	104. —
à la réparation des machines de perforation, des forets et des affûts, 210 fr., et, déduction faite des 30 fr. 45 c. ci-dessus portés en compte . .	179. 55
Fournitures pour les ateliers	248. —
Autres fournitures 313 fr., et, distraction faite des (135 fr. 50, 11. 98, 2. 72, 0. 89, 19. —) = 170. 9 c. déjà portés en compte	142. 91
A reporter,	1,225. 27

		Fr. c.
	Report,	1225. 27
Renouvellement des machines		400. —
Autres frais divers, auxquels doit participer la galerie d'avancement		74. 73
	Total fr.	1,700. —

Si l'on considère que les ouvriers deviennent toujours plus habiles et que les établissements, les machines et l'organisation sont encore susceptibles de perfectionnement, on peut d'autant plus admettre que les frais actuels diminueront encore notablement, qu'à l'avenir on n'aura plus à faire d'aussi grandes dépenses de temps et d'argent pour des essais. Nous croyons donc notre évaluation suffisante en adoptant une somme de 1,500 fr.

D'après notre précédent calcul de la main-d'œuvre, nous devrions ajouter ici 12 p. cent. à raison de la plus grande dureté de la roche au Gothard. Mais, eu égard à cette circonstance qu'il s'agit ici de percement mécanique et que nous voulons tenir quelque compte de l'opinion des ingénieurs expérimentés du Mont-Cenis, qui estiment qu'il ne doit pas y avoir de différence entre le percement du granit du Gothard et celui de la roche cristalline du Mont-Cenis, nous n'augmentons nos chiffres que de 6 p. cent., et nous avons ainsi par mètre courant . . . . fr. 1,590. —

b. Achèvement du tunnel.

En déterminant ci-dessus la durée des travaux, nous avons porté 24 fr. par mètre cube pour le transport des déblais du tunnel à une distance de 2,000 mètres. La distance moyenne de transport, dans le tunnel de $14,_8$ kilomètres de notre projet, sera, de chaque côté, de 3,700 mètres ; il y a donc à porter encore en ligne de compte, pour 1,700 mètres de transport, 3 fr. 80 c., que nous élevons cependant à 4 fr. à raison de ce que, en établissant ci-dessus le prix de la petite galerie, nous n'avons pas fait entrer en ligne de compte la distance entière du transport. Nous avons ainsi 28 fr. par mètre cube, et pour 43 mètres carrés de la section restante du tunnel . . fr. 1,204. —

A reporter, fr. 2794. —

	Report,	fr. 2794. —
Pour une petite coulisse de $^1/_2$' d'ouverture, dans l'axe du tunnel, avec cheminées et autres travaux .	»	70. —
Total par mètre courant de la longueur du tunnel :	fr.	2,864. —
Ou en chiffres ronds	»	2,900. —

L'exécution des travaux du tunnel exigera l'établissement de 2 voies de rails avec prolongement jusqu'aux lieux de dépôt des matériaux et avec les voies de changement et d'évitement nécessaires ; ensemble 33,000 mètres à 38 fr.

Ces voies devront être renouvelées en partie pendant la longue durée des travaux ; nous comptons par mètre :

Pour un renouvellement des traverses . .	fr.	8. —
» » » du ballast . . .	»	3. —
» remaniement répété de la voie . .	»	5. —
» usure des rails	»	5. —
» renouvellement des pièces accessoires	»	4. —
Ensemble :	fr.	25. —

L'entretien ordinaire de la voie, ainsi que l'achat et l'entretien des tombereaux, sont compris dans le prix de transport des matériaux.

Deux conduits d'air en fonte de $0^m,_{10}$ de diamètre de 55 kilogr. de poids par mètre courant, y compris la pose, à 18 fr. par mètre.

Tuyaux d'eau en fonte à 20 fr. par mètre.

Tuyaux de gaz, partie en fonte, partie en fer, en moyenne à 6 fr. par mètre.

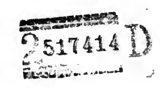
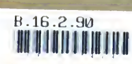


TABLE DES MATIÈRES

IIme PARTIE. — Comparaison et discussion.

IIIme PARTIE. — Conclusions.

Annexes.




Digitized by Google